

RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL

un peuple – un but – une foi



MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA PROTECTION DE LA
NATURE



DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DES ÉTABLISSEMENTS CLASSES

PROJET D'INTÉGRATION DE L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE
DANS LE DÉVELOPPEMENT DURABLE AU SÉNÉGAL INTAC

Étude sur la vulnérabilité de l'agriculture irriguée et de l'élevage dans la Vallée du Fleuve Sénégal

Version finale

Par Dr Mamadou Khouma

Juin 2011

LISTE DES ACRONYMES

AFD	Agence Française pour le Développement
ANAMS	Agence Nationale de la Météorologie du Sénégal
ANCAR	Association Nationale de Crédit Agricole et Rural
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
CERAAS	Centre d'Études Régional pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse
CIE	Comité Inter États
GIEC	Groupe Intergouvernemental d'Etude sur l'Evolution du Climat
CFA	Communauté Financière Africaine (franc de la)
CGIAR	Consultative Group on International Agricultural Research
CIMEL	Centre d'Impulsion et de Modernisation de l'Elevage
CIRAD	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CNBA	Centre Nord Bassin Arachidier
CNCA	Caisse National de Crédit Agricole
CONSERE	Conseil Supérieur des Ressources Naturelles et de l'Environnement
CORAF	Conférence des Responsables de la Recherche Agronomique Africaine
CRDI	Centre de Recherches pour le Développement International
MCG	Modèle de Circulation Générale
CSE	Centre de Suivi Ecologique
CSS	Compagnie Sucrière Sénégalaise
DEEC	Direction de l'Environnement et des Établissements Classés
DIREL	Direction de l'Élevage
DPDA	Déclaration de Politique de Développement Agricole
DRPF	Direction de Recherche sur les Productions Forestières
DSRP	Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté
DSV	Direction des Services Vétérinaires
ETP	Évapotranspiration Potentielle
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture / Food and Agriculture Organization
FEC	Fermes Écoles Communautaires
FEM	Fonds pour l'Environnement Mondial
FPM	Fermes Privées Modernes
FONSTAB	Fonds d'appui à la Stabulation
GDS	Grands Domaines du Sénégal
GOANA	Grande Offensive pour l'Agriculture et l'Abondance
IEC	Information Éducation Communication
IFDC	International Fertilizers Development Center
INTAC	Intégration de l'Adaptation aux Changements Climatiques dans le développement durable au Sénégal
ISRA	Institut Sénégalais de Recherches Agricoles
ITA	Institut de Technologie Alimentaire
LDPA	Lettre de Déclaration de Politique Agricole
LNERV	Laboratoire National d'Études et de Recherches Vétérinaires
MAS	Mission d'Aménagement du fleuve Sénégal
MCA	Millennium Challenge Account
NAPA	National Adaptation Programme of Action
NPA	Nouvelle Politique Agricole
OERS	Organisation des Etats Riverains du fleuve Sénégal
OIE	Organisation Internationale de l'Élevage
OMVS	Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal
ONG	Organisation Non Gouvernementale

OAD	Organisation Autonome du Delta
OAV	Organisation Autonome de la Vallée
OIE	Organisation Internationale de l'Elevage
OP	Organisation de Producteurs
PACR-VFS	Projet d'Appui aux Communautés Rurales de la Vallée du Fleuve Sénégal
PAFS	Plan d'Action Forestier Sénégalais
PASA	Plan d'Ajustement Sectoriel Agricole
PDD	Project Design Document
PDF	Fonds de Développement de Projet
PDMAS	Projet de Développement des Marchés Agricoles au Sénégal
PIB	Produit Intérieur Brut
PISA	Programme d'Investissement du Secteur Agricole
PINOR	Programme d'appui aux Initiatives du Nord
PNAR	Le Programme National d'Autosuffisance en Riz
PNLP	Programme National de Lutte contre la Pauvreté
PSIA	Programme Spécial d'insémination Artificiel
REVA	Retour Vers l'Agriculture
POAS	Plan d'Occupation et d'Affectation des Sols
PPIV	Petits Périmètres Irrigués Villageois
PRODAM	Projet de Développement Agricole de Matam
PSAOP	Programme Services Agricoles et appui aux Organisations de Producteurs
PSI	Pôle Système Irrigué
PSSA	Programme Spécial de Sécurité Alimentaire de la FAO
SAED	Société d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du delta du fleuve Sénégal et des vallées de la Falémé
SOE	Suivi et Observation de l'Environnement
SOCAS	Société de Conserves Alimentaires du Sénégal
SONACOS	Société Nationale de Commercialisation des Oléagineux du Sénégal

SOMMAIRE

Liste des acronymes	i
Sommaire	iii
Liste tableau & figures	v
1. Introduction	6
2. Contexte de l'étude	7
3. Objectif	8
3.1. Résultats attendus	8
3.2. Méthodologie	8
3.2.1. La collecte des données	8
3.2.2. L'étude documentaire ou exploitation des données secondaires :	9
3.2.3. Visite de terrain et entretiens	9
4. Localisation et description biophysique de la zone d'étude.....	10
4.1. Le Delta	10
4.2. La moyenne vallée	10
4.3. La haute vallée.....	10
4.4. Le Ferlo.....	10
4.5. Végétation.....	11
4.6. Climat.....	11
4.7. Cours d'eau et nappes souterraines.....	15
4.7.1. Les cours d'eau	15
4.7.2. Le lac de Guiers	16
4.7.3. Nappes souterraines	17
4.8. Les sols.....	17
5. Caractéristiques socio-économiques	18
5.1. La population	18
5.2. Accès aux services sociaux de base	18
5.3. Activités industrielles	19
5.4. Activités agricoles	20
5.5. Élevage.....	21
5.6. La pêche	22
6. Historique de la culture irriguée.....	24
6.1. Les origines	24
6.2. Création de l'OMVS	26
7. Changement climatique	30
7.1. Définition.....	30
7.2. Vulnérabilité de l'agriculture irriguée et de l'élevage.....	30
7.2.1. Vulnérabilité biophysique	30
7.2.2. Résultats des projections	30
7.2.3. Vulnérabilité sociale	34
7.2.4. Gestion technique et organisation sociale de l'irrigation	34
7.2.5. Problème de l'endettement des producteurs	35

7.2.6. Forte dépendance vis-à-vis du riz	35
8. Les Grands défis	37
8.1. Sécheresses prolongées et inondations causées par les pluies de forte intensité	37
8.2. Un élevage plus productif et moins émetteur de gaz à effet de serre	37
9. Adaptation	40
9.1. Les initiatives nationales dans le domaine des changements climatiques permettent-elles de faire face aux défis posés par les changements climatiques ?	40
9.2. La satisfaction des besoins en eau	42
9.3. La dégradation des sols	43
9.4. Les stratégies d'adaptation	43
9.4.1. Amélioration de l'efficacité de l'eau d'irrigation	43
9.4.2. Sélection de variétés mieux adaptées et diversifier la production	44
9.4.3. Amélioration des dispositifs d'appui / conseil aux exploitants	45
9.4.4. Élaboration des Plans d'Occupation et d'Affectation des Sols (POAS)	46
9.4.5. Renforcement des initiatives de mise en place d'un système d'information foncière	46
10. Étude et Analyse du cadre institutionnel mis en place pour prendre en charge la problématique des changements climatiques	47
10.1. Analyse du cadre institutionnel	47
10.2. Autres projets intervenant dans la vallée	49
11. Conclusion	52
12. Recommandations	53
12.1. Agriculture	53
12.2. Élevage	53
12.3. Recommandations pour une meilleure prise en compte des préoccupations au niveau local	54
12.4. Recommandations pour une meilleure prise en compte de l'adaptation dans les stratégies sectorielles (Politiques de secteurs et sous secteurs)	55
13. Références Bibliographiques	57
14. Liste des personnes rencontrées	60

LISTE TABLEAU & FIGURES

Tableau 1 : Évolution de la pluviométrie entre 1971 et 2000	11
Tableau 2 : Indice d'accès aux services sociaux de base.....	19
Tableau 3 Caractéristiques des grandes zones de pêche (modifié de SDAGE, 2009).....	23
Figure 1 : Zone d'étude en vert (source SDAGE, 2009).....	10
Figure 2 : Pluie annuelle de 1998 à 2009 et la normale de 1971 à 2000 de la station de Saint Louis	12
Figure 3 : PLUIE ANNUELLE DE 1998 A 2009 ET LA NORMALE DE 1971 A 2000 DE LA STATION DE MATAM (source de données ANAMS)	12
Figure 4 : PLUIE ANNUELLE DE 1998 A 2009 ET LA NORMALE DE 1971 A 2000 DE LA STATION DE BAKEL (source de données ANAMS)	13
Figure 5: EVOLUTION DES TEMPERATURES MIN ET MAX (°C) DE 1990 A 2000 DANS LES REGIONS DE PODOR, ST-LOUIS ET MATAM (source données CERAAS).....	14
Figure 6: EVOLUTION DE LA VITESSE DU VENT (m/S) DE 1990 A 2000 DANS LES REGIONS DE PODOR, ST-LOUIS ET MATAM (source données CERAAS)	14
Figure 7: EVOLUTION DE L'INSOLATION (h/J) DE 1990 A 2000 DANS LES REGIONS DE PODOR, ST-LOUIS ET MATAM (source données CERAAS).....	15
Figure 8: EVOLUTION DE L'HUMIDITE RELATIVE (%) DE 1990 A 2000 DANS LES REGIONS DE PODOR, ST-LOUIS ET MATAM (source données CERAAS)	15

1. INTRODUCTION

La Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques définit les changements climatiques comme étant “des changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine, altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables.”

La majorité des scientifiques du monde entier attribue ces changements à l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère due principalement aux activités anthropiques (consommation de combustibles fossiles, déforestation, activités agricoles et élevage). Les effets immédiats de ces changements sont une augmentation de la température moyenne de la terre, une élévation du niveau moyen des mers et une plus grande fréquence d'événements extrêmes (Sécheresse prolongée ou inondations catastrophiques). Les impacts vont de la diminution des performances de l'agriculture tropicale à l'appauvrissement de la biodiversité en passant par la recrudescence de certaines maladies (paludisme, méningite, dengue etc.). Devant une telle situation la communauté internationale a réagi en mettant en place la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques dont l'objectif ultime, et de tous instruments juridiques connexes que la Conférence des Parties pourrait adopter, est de stabiliser, conformément aux dispositions pertinentes de la Convention, les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique.

Dans son article 4, paragraphe 1, alinéa b la convention stipule que toutes les Parties, tenant compte de leurs responsabilités communes mais différenciées et de la spécificité de leurs priorités nationales et régionales de développement, de leurs objectifs et de leur situation : Établissent, mettent en œuvre, publient et mettent régulièrement à jour des programmes nationaux et, le cas échéant, régionaux contenant des mesures visant à atténuer les changements climatiques en tenant compte des émissions anthropiques par leurs sources et de l'absorption par leurs puits de tous les gaz à effet de serre non réglementés par le Protocole de Montréal, ainsi que des mesures visant à faciliter l'adaptation voulue aux changements climatiques. (Nations Unies, 1992). C'est dans ce cadre que le Sénégal avec l'appui de ses partenaires de la coopération au développement entreprend différentes études pour analyser la vulnérabilité des différents secteurs et élaborer des stratégies d'adaptation.

Dans les pays sahéliens, l'agriculture irriguée est à priori en soi un système de production permettant de s'adapter au changement climatique, mais même dans ce cadre-là il est pertinent d'analyser la vulnérabilité du secteur et d'anticiper sur les conséquences. Et ce d'autant plus que la rareté des ressources en eau et l'augmentation de la population constituent des défis permanents que viennent amplifier les changements climatiques. La demande en eau sans cesse croissante de villes comme Dakar, alimentée en bonne partie à partir du lac de Guiers, et l'augmentation de la production agricole envisagée dans le cadre de la Grande offensive agricole pour la nourriture et l'abondance (Goana) qui vise l'autosuffisance en riz pour l'horizon 2012, avec un objectif de production de 1,5 millions de tonnes de riz paddy (Inter Réseaux, 2009) augmentent la pression sur la ressource eau.

Au-delà des programmes spéciaux de l'agriculture, les usages multiples de l'eau (énergie, industrie, navigation, agriculture et environnement) commandent une répartition plus équilibrée de la ressource.

2. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Le projet Intégration de l'Adaptation aux Changements Climatiques dans le développement durable au Sénégal (INTAC) est financé par la Coopération Japonaise selon la modalité d'exécution nationale en rapport avec le Programme des Nations Unies pour le Développement. Il a pour objectif d'incorporer et d'intégrer l'adaptation au changement climatique dans la politique, la gouvernance, et les objectifs essentiels de développement à travers les structures institutionnelles, la politique de réforme, le renforcement de capacités, la sensibilisation et des mécanismes financiers. Il est structuré en six produits et la présente activité dépend du produit un (1) formulé ainsi qu'il suit : *Des outils de planification dynamiques/mécanismes, à long terme pour gérer les incertitudes inhérentes au changement climatique sont introduits.*

Ainsi, le Projet INTAC compte appuyer des activités de recherches dans les domaines de l'adaptation au changement climatique. La priorité est accordée aux activités relatives à **l'évaluation de la vulnérabilité et des stratégies d'adaptation au changement climatique au niveau des secteurs clés de l'économie nationale.**

La présente étude concerne un secteur assez stratégique de l'économie nationale au regard de son apport et de son rôle pour la lutte contre la faim et la malnutrition. L'agriculture demeure un des secteurs les plus importants de l'économie et elle occupe une part élevée de la population active du pays. Cependant, sa contribution à la formation du Produit intérieur brut reste faible et variable d'une année à l'autre. Pour les quatre dernières années, elle se situe à moins de 10%¹. Cela est dû en grande partie à sa forte dépendance des aléas climatiques.

Il est aussi à signaler l'interdépendance entre le secteur de l'agriculture et les autres sous secteurs tels que, les zones pastorales et agropastorales et les bassins versants entre autres. C'est cette interdépendance qui justifie toute la pertinence de s'interroger de manière systématique sur l'implication des effets du changement climatique sur ces différents sous secteurs dans la zone de la vallée du fleuve Sénégal.

¹ 2^{ème} communication nationale du Sénégal (2009)

3. OBJECTIF

L'objectif visé à travers cette étude est d'établir l'état de vulnérabilité dans le secteur de l'agriculture irriguée dans la zone de la vallée du Fleuve Sénégal. Elle partira du sous secteur de l'agriculture irriguée mais devra cerner toutes les interrelations avec les sous secteurs connexes qui structurent l'économie locale en particulier l'élevage.

De façon spécifique, il s'agit à travers cette étude de :

- Dresser l'état de la vulnérabilité (climatique et non climatique) des sous secteurs de l'agriculture irriguée et de l'élevage dans la vallée du fleuve Sénégal ainsi que ses différentes implications (biophysiques et socio-économiques) ;
- Relever les différentes projections sur les risques majeurs identifiés ;
- Formuler des recommandations pour une meilleure prise en compte des préoccupations au niveau local ;
- Formuler des recommandations dans le sens d'une meilleure prise en compte de l'adaptation dans les stratégies sectorielles (Politiques de secteurs et sous secteurs).

3.1. Résultats attendus

Le présent travail tel que demandé nécessite de la part du/de la consultant(e) un séjour sur la zone d'étude. Il exige une démarche participative dont la finalité est de mieux intégrer la dimension locale des pratiques d'adaptation. Toute la démarche repose sur une bonne analyse des implications locales des effets du changement climatique dans des secteurs vitaux comme l'agriculture.

3.2. Méthodologie

La démarche adoptée pour la réalisation de l'étude s'articule autour des phases suivantes :

- Travaux préparatoires
- Analyse des données
- Consultation des parties prenantes
- Élaboration du rapport

Le Consultant a tenu une séance de travail avec le client de l'étude. Cette réunion de démarrage a permis de formuler une bonne problématique, et de préciser les conditions d'exécution du travail demandé. Ainsi, au cours des échanges, les précisions sur les termes de référence, les questions de planification et d'extrants, l'identification des personnes et institutions susceptibles de contribuer à la bonne conduite de l'étude ont été discutées.

3.2.1. La collecte des données

Conformément à la démarche participative préconisée pour la mission, la collecte des données a combiné l'exploitation de données secondaires par l'étude documentaire et l'acquisition de données primaires par des entretiens auprès d'acteurs clés (services techniques, chercheurs, projets, Organisation Non Gouvernementale (ONG), organisations de producteurs, etc.).

3.2.2. L'étude documentaire ou exploitation des données secondaires :

Cette étape a commencé dès le démarrage de l'étude. Il s'est agi d'une opération de dépouillement de la documentation qui s'est appuyée particulièrement sur les principaux documents suivants :

- Le quatrième rapport du Groupe Intergouvernemental d'Etude sur l'Evolution du Climat (GIEC) sur les changements climatiques ;
- La seconde communication nationale du Sénégal;
- Le plan d'action national sur l'adaptation aux changements climatiques;
- Les rapports techniques de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) dans la région du fleuve;
- les rapports techniques du centre africain sur le riz;
- Les rapports techniques de la Société d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du delta du fleuve Sénégal et des vallées de la Falémé (SAED) ;
- Les études de l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS);
- Les rapports techniques des projets et ONG intervenant dans le bassin du fleuve Sénégal;
- La Stratégie Nationale d'adaptation aux changements climatiques ;
- Le Document de stratégie de réduction de la pauvreté II

3.2.3. Visite de terrain et entretiens

Elles ont été réalisées avec des personnes ressources clefs, ou de représentants de divers acteurs stratégiques, notamment les représentants des organisations de producteurs évoluant dans la zone. Les responsables de la SAED et de projets intervenant dans des activités agricoles et pastorales dans la zone du fleuve ont été également rencontrés. Ces rencontres ont permis d'analyser leurs perceptions des changements ainsi que leur avis sur la vulnérabilité.

4. LOCALISATION ET DESCRIPTION BIOPHYSIQUE DE LA ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude s'étend sur 3 régions administratives (Saint-Louis, Matam et Tambacounda) subdivisées en plusieurs départements et arrondissements.

La partie sénégalaise du bassin du fleuve Sénégal couvre une superficie de 27 500 Km². Elle est subdivisée en 4 parties :

4.1. Le Delta

Le Delta qui part de l'embouchure du fleuve à Dagana. C'est une zone très plate bordée par des dunes sableuses rouges d'orientation nord nord-est/ sud sud-ouest. Du point de vue géomorphologique est une plaine d'épandage des eaux du fleuve qui se subdivise en plusieurs bras anastomosés.

4.2. La moyenne vallée

Elle s'étend de Dagana à Bakel. Elle est constituée du lit mineur du fleuve encadré par des bourrelets de berge longeant le fleuve avec un chapelet de cuvettes de décantation alimentées en conditions naturelles par les eaux de crue du fleuve.

4.3. La haute vallée

Elle s'étend de Bakel à la frontière avec le Mali, avec des berges peu développées et de grandes cuvettes plates.

4.4. Le Ferlo

Il est situé au delà des terres hautes sableuses qui limitent le fleuve à l'Ouest. C'est une zone plate disséquée par de nombreuses vallées mortes. Il est subdivisé en Ferlo cuirassé à l'Est et Ferlo sableux à l'Ouest.

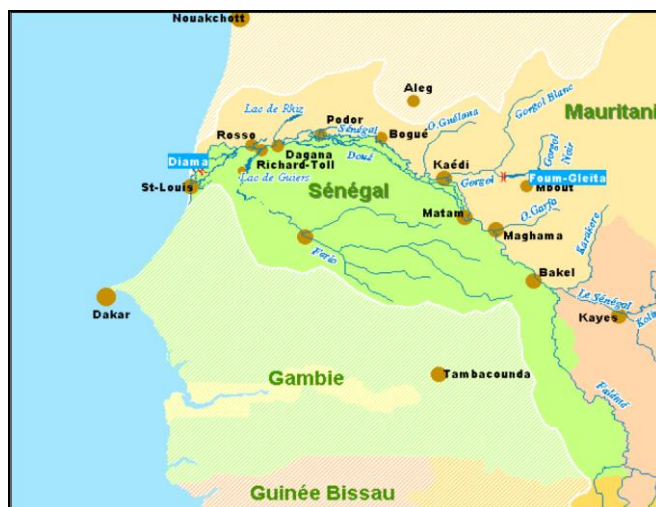


Figure 1 : Zone d'étude en vert (source SDAGE, 2009)

4.5. Végétation

La végétation naturelle du delta est une steppe dominée par des espèces herbacées halophiles dans les zones basses à l'exception de la mangrove qui se développe dans les environs de Gandon. Les dunes rouges sont colonisées par des *Acacias* dominés par l'espèce *raddiana*. Les zones inondables non couvertes par les cultures de décrue sont sous végétation de *Vetivera nigritana*.

La végétation de la moyenne vallée se compose d'*Acacia nilotica* dans les cuvettes de décantation, de *Balanites aegyptiaca*, d'*Acacia seyal* et de *Zizyphus mauritiana* dans le Diéri bordant la vallée.

Dans la haute vallée la végétation varie de la savane arbustive à la savane arborée

La végétation du Ferlo se caractérise par des formations végétales de type steppe ou savane dont les espèces les plus fréquentes sont: *Pterocarpus lucens*, *Acacia senegal*, *Acacia tortilis*, *Acacia seyal*, *Balanites aegyptiaca*, *Boscia senegalensis*, *Borassus flabellifer* (palmier rônier), *Combretum sp.*, *Zizyphus mauritiana*, *Calotropis procera*, *Leptadenia spp.*, etc.

4.6. Climat

Dans l'ensemble on a un climat de type tropical sec avec l'alternance de deux saisons distinctes : une saison sèche de novembre à juin et une saison pluvieuse de juillet à octobre. Le climat du Delta est adouci par les alizés maritimes de direction nord-ouest. La saison sèche peut être subdivisée en contre saison "froide" de début novembre à fin février et contre saison "chaude" de début mars à fin mai.

4.6.1. Pluviométrie

Tableau 1 : Évolution de la pluviométrie entre 1971 et 2000

	Rosso	Saint-Louis	Matam	Bakel
Moyenne 61-70	267,7	364,2	515	554,5
Moyenne 71-80	205,1	243	326,9	464,7
Moyenne 81-90	194,2	243,8	237,7	407,6
Moyenne 91-00	205,4	279,3	381	520,4

Modifié de SDAGE 2009.

On note une augmentation de la pluviométrie suivant un gradient nord sud. La décennie 61-70 a été la période la plus arrosée de 1961 à 1998. La période 1998 2009 a enregistré une pluviométrie moyenne supérieure à la normale 1971-2000 partout dans le bassin du fleuve Sénégal, comme l'illustrent les graphiques de Saint-Louis, Matam et Bakel ci-dessous.

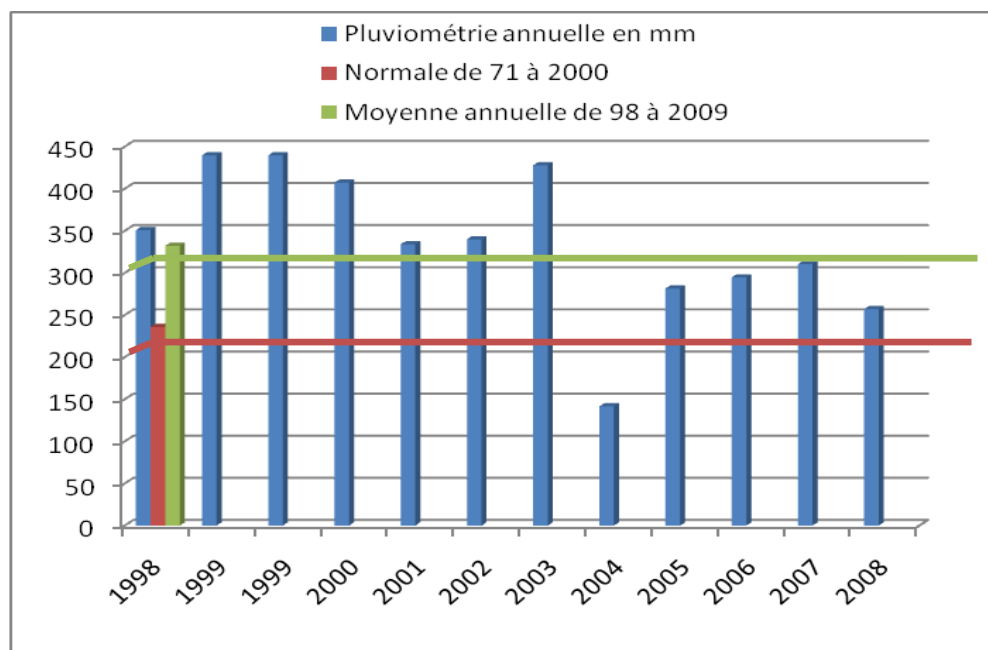


Figure 2 : Pluie annuelle de 1998 à 2009 et la normale de 1971 à 2000 de la station de Saint Louis (source de données ANAMS)

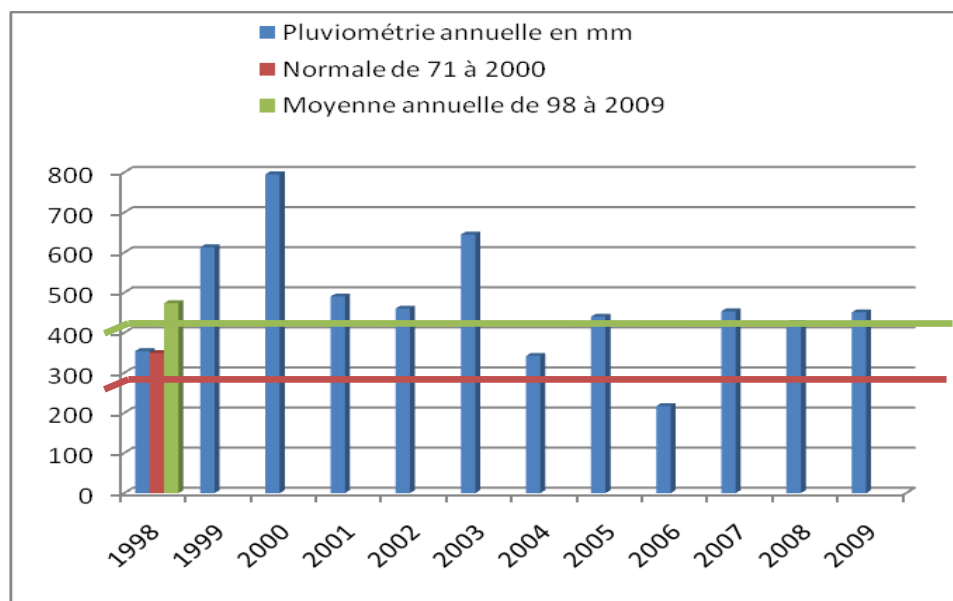


Figure 3 : PLUIE ANNUELLE DE 1998 A 2009 ET LA NORMALE DE 1971 A 2000 DE LA STATION DE MATAM (source de données ANAMS)

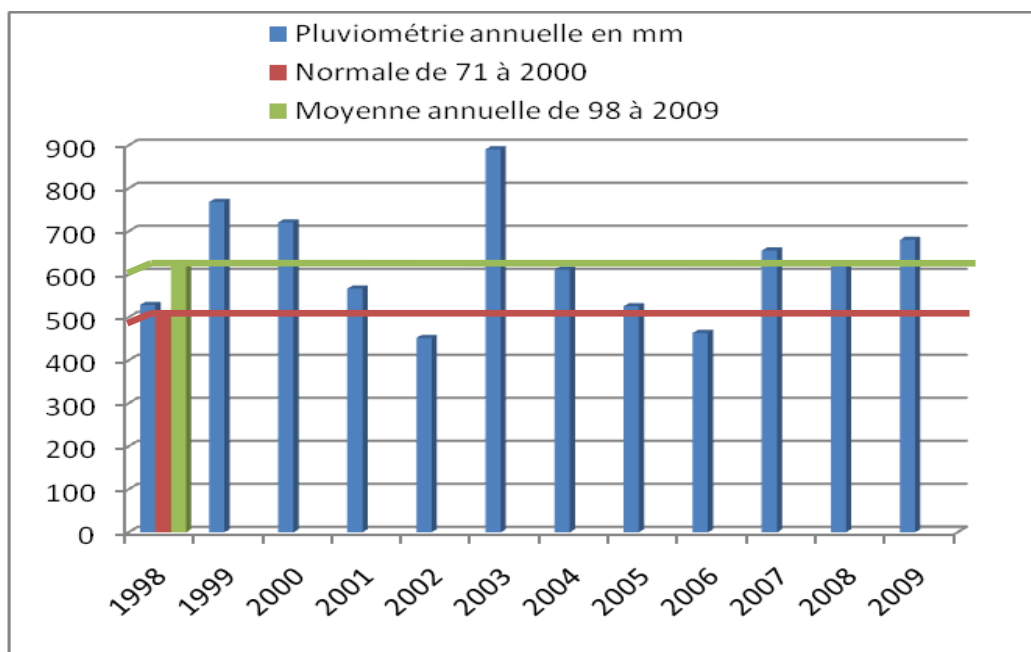


Figure 4 : PLUIE ANNUELLE DE 1998 A 2009 ET LA NORMALE DE 1971 A 2000 DE LA STATION DE BAKEL (source de données ANAMS)

4.6.2 Températures, vitesse du vent, insolation et humidité relative

Les températures moyennes sont relativement élevées dans la vallée avec des moyennes mensuelles pouvant atteindre 32 ° C et des maxima de l'ordre de 40° C. Les amplitudes journalières peuvent atteindre 20 °C durant la saison sèche, avec des minima pouvant descendre en dessous de 15 °C. La ville de Saint-Louis constitue une exception avec un climat fortement adouci par les alizés maritimes.

Les températures moyennes annuelles augmentent de Saint-Louis à Matam avec une légère tendance à la hausse sur la période 190- 2000 (figure 5).

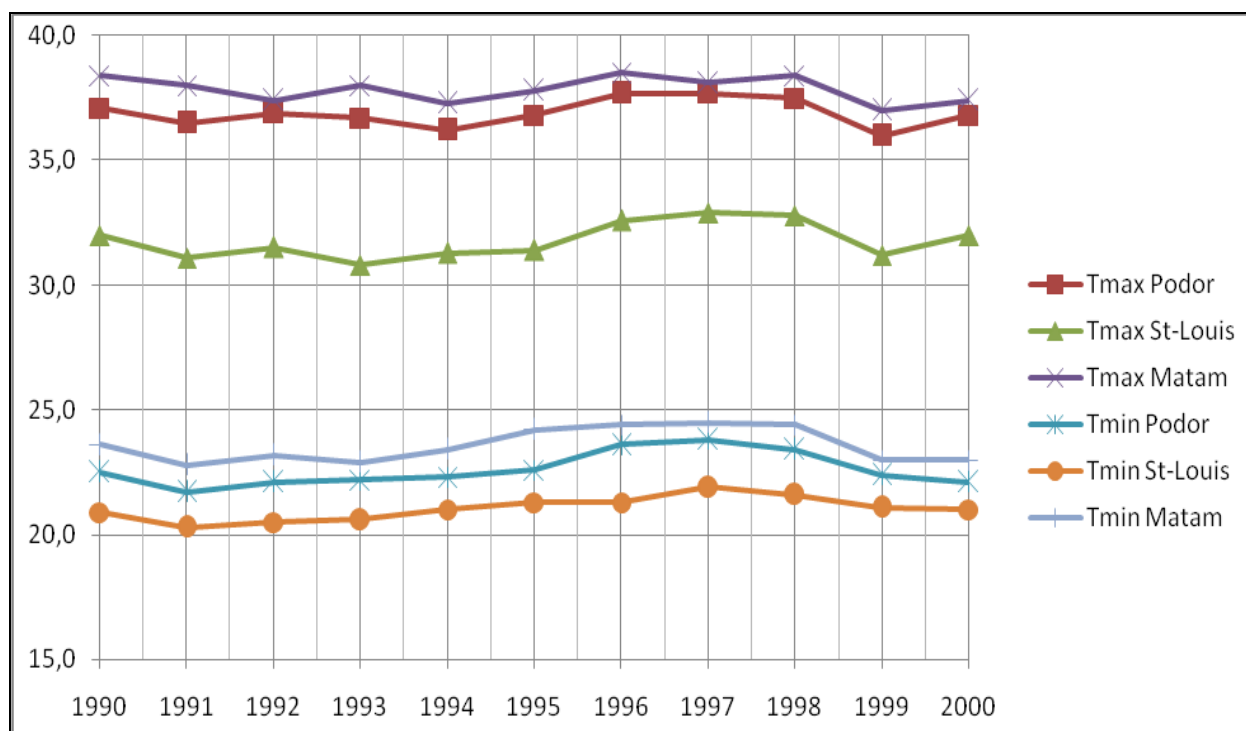


Figure 5: EVOLUTION DES TEMPERATURES MIN ET MAX (°C) DE 1990 A 2000 DANS LES REGIONS DE PODOR, ST-LOUIS ET MATAM (source données CERAAS)

Des vents chauds et secs de direction NE balaient la vallée durant la saison sèche. Les vitesses moyennes annuelles sur la période 1990-2000 oscillent entre 3 et 3,5 m/s à Saint-Louis avec des pointes pouvant atteindre 23 m/s. les moyennes annuelles décroissent de Saint-Louis à Matam (Figure 6).

Ces vents sont souvent chargés d'éléments fins avec comme corollaire la persistance d'une brume sèche.

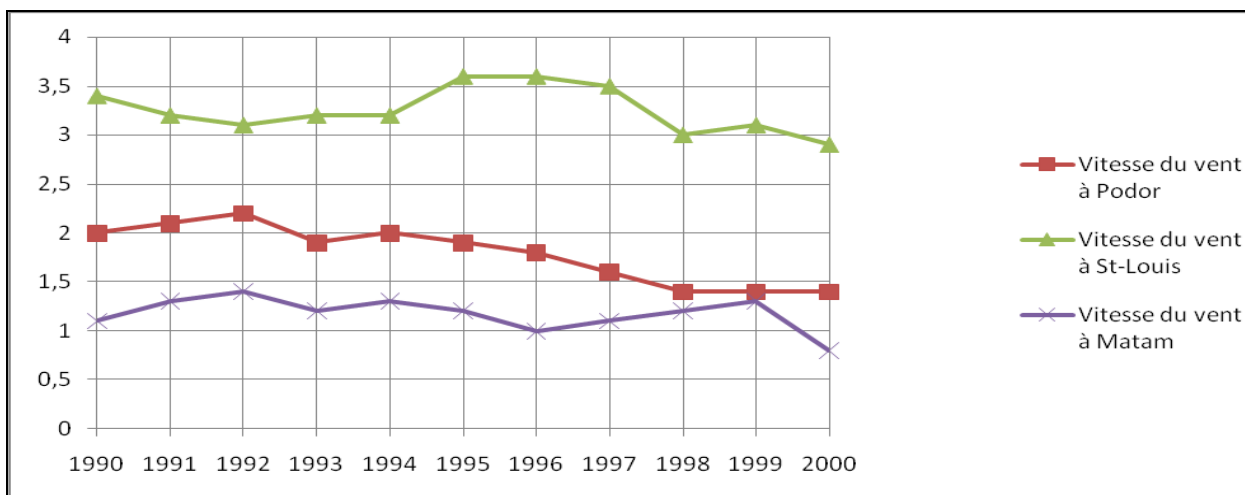


Figure 6: EVOLUTION DE LA VITESSE DU VENT (m/S) DE 1990 A 2000 DANS LES REGIONS DE PODOR, ST-LOUIS ET MATAM (source données CERAAS)

L'insolation est maximale en Mars avril et minimale en Août avec une moyenne annuelle de 2800 heures pour Saint-Louis et de 3325 heures pour Matam (ORSTOM, 1974).

Sur la période 1990-2000, les moyennes annuelles les plus élevées sont obtenues à Podor, avec une valeur exceptionnellement élevée pour l'année 1994 (Figure 7).

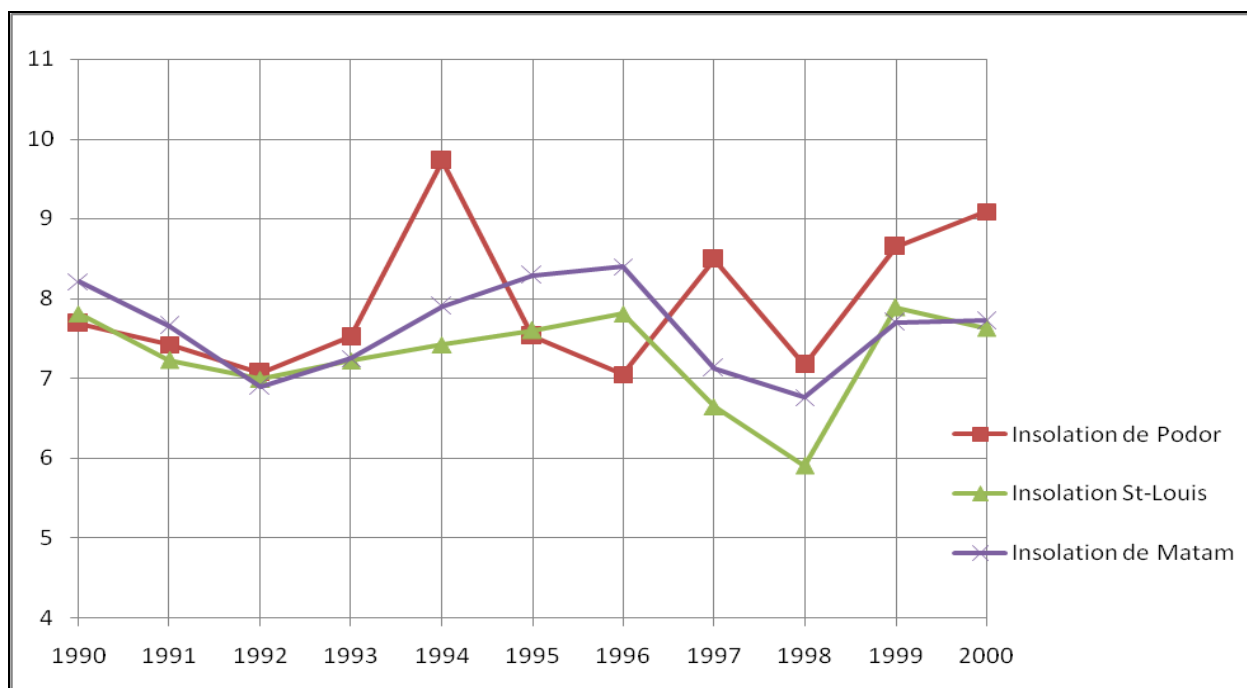


Figure 7: EVOLUTION DE L'INSOLATION (h/J) DE 1990 A 2000 DANS LES REGIONS DE PODOR, ST-LOUIS ET MATAM (source données CERAAS)

L'humidité relative moyenne annuelle est nettement plus élevée à Saint-Louis avec des valeurs pratiquement toujours supérieures à 60 %, alors qu'elles sont en dessous de 40 % pour Matam et Podor (Figure 8).

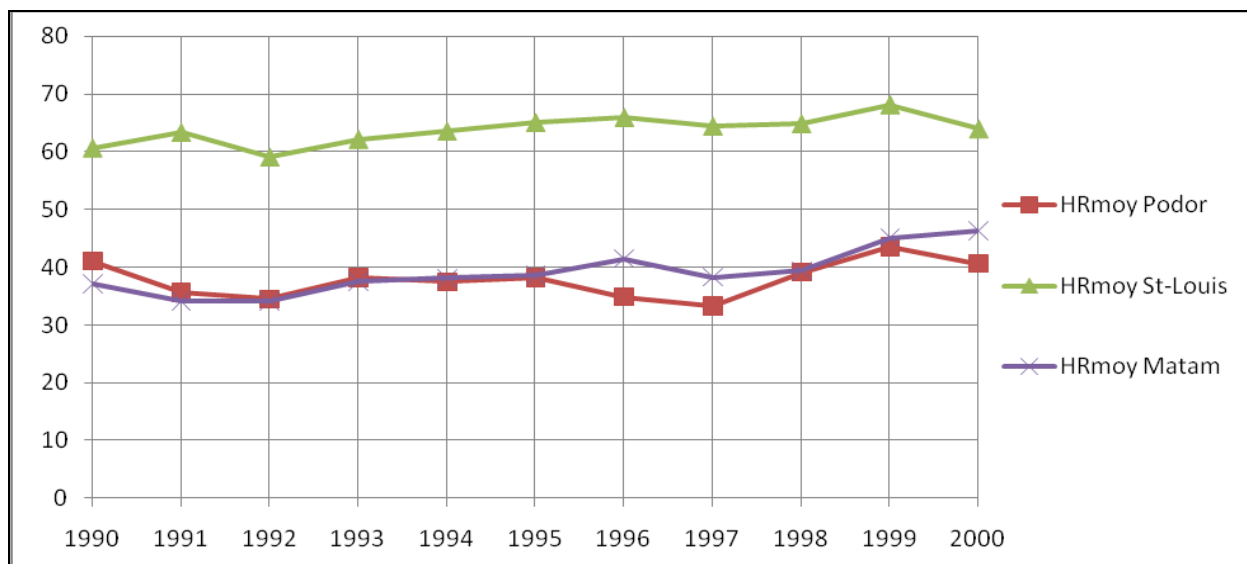


Figure 8: EVOLUTION DE L'HUMIDITE RELATIVE (%) DE 1990 A 2000 DANS LES REGIONS DE PODOR, ST-LOUIS ET MATAM (source données CERAAS)

4.7. Cours d'eau et nappes souterraines

4.7.1. Les cours d'eau

Le bassin versant du fleuve Sénégal couvre une superficie totale d'environ 300 000 km² dont

20% se trouvent au Sénégal. Le fleuve pénètre au Sénégal en amont de Bakel avec comme affluent la Falémé en rive gauche longue de 650 km et dont le bassin versant a une superficie de 28900 km².

Les deux principaux barrages sur le fleuve sont celui de Manantali et celui de Diama.

Le barrage de Manantali achevé en 1987, est situé sur la rivière Bafing au Mali. Il permet de stocker un volume d'eau de l'ordre de 11,5 Milliards de m³, pour la production d'électricité, (800 GWh/an), l'irrigation, la culture de décrue et la navigation fluviale.

Le barrage anti-sel de Diama achevé en 1985, stocke un volume de 490 millions de m³, sur une surface de 425 km². Les fonctions assignées au barrage sont :

- empêcher la langue salée de remonter en amont du barrage ;
- créer une retenue artificielle de 250 à 585 millions de m³ (cotes IGN 1.5 à 2.5 m) ;
- améliorer le remplissage des lacs de Guiers et de R'kiz et envisager l'alimentation de la vallée du Ferlo et à terme, assurer une alimentation des villes de Dakar et Nouakchott.

4.7.2. Le lac de Guiers

C'est une immense dépression reliée au fleuve Sénégal par le canal de la Taouey. Suite à trois années consécutives d'étiage sévère en 1913, 1914 et 1915, le lac fut envahi par l'eau de mer avec d'énormes dégâts aux cultures (Carl bro International, 2000). Pour éviter cela un pont barrage fut construit à Richard-Toll afin de retenir l'eau du lac et de sécuriser le développement de la riziculture. La digue de Keur Momar Sarr fut construite en 1956 pour assurer le maintien de l'eau dans la partie sud du lac. En 1974 le principal chenal d'alimentation du lac : la Taouey fut rectifiée par un canal rectiligne. En 1980 un second pont barrage fut construit à Richard-Toll, en aval du premier pont pour permettre à la CSS une maîtrise plus complète de son système d'irrigation. Le lac constitue la plus importante réserve d'eau douce du Sénégal et contribue pour une bonne partie à l'alimentation en eau potable de la ville de Dakar.

Un Office du lac de Guiers a été créé avec parmi ses missions la gestion durable des ressources en eau stratégiques et zones humides du lac de Guiers. Les activités les plus urgentes consistent à sécuriser le lac par la réhabilitation des digues et vannes et à protéger les abords du lac.

Toutes les vannes au niveau de Richard-Toll ne sont pas fonctionnelles, alors que c'est par là que se fait majoritairement l'alimentation du lac ;

4.7.3. Nappes souterraines

Il existe plusieurs nappes souterraines dans le bassin dont :

- la Maastrichtienne qui est présente dans les deux tiers supérieurs du bassin ;
- la nappe Éocène, présente dans tout le bassin sédimentaire sauf aux endroits d'affleurement de la nappe maastrichtienne ;
- la nappe du continental terminal, surtout présente dans le Ferlo alimentée sur ses bordures par les crues du fleuve ;
- la nappe alluviale ou du quaternaire, qui couvre le lit mineur du fleuve.
- les aquifères du socle, localisés dans la haute vallée avec des ressources en eau peu importantes localisées dans la frange d'altération des roches cristallines.

4.8. Les sols

Des sols du Delta sont des sols lourds marqués par l'hydromorphie et une salinité résiduelle liée à la nappe phréatique.

Dans la moyenne vallée on trouve des sols hydromorphes de texture moyenne dans les berges du lit mineur, des sols hydromorphes sur les bourrelets de berge et des sols argileux lourds à tendance vertique dans les cuvettes.

La haute vallée se caractérise par des sols argileux lourds dans les cuvettes et des sols à forte charge gravillonnaire ou caillouteuse dans les hauteurs.

Les sols du Ferlo sont majoritairement des sols sableux appelés sols brun-rouge sub-arides. Ils peuvent par endroits présenter un cuirassement.

5. CARACTERISTIQUES SOCIO-ECONOMIQUES

5.1. La population

En 2008 la population était de 1 030 488 dont 71 % actifs dans l'agriculture. Si les tendances actuelles se poursuivent, en 2025 la population sera de 1 602 997 habitants.

Les Toucouleurs sont le groupe ethnique dominant, suivi par les Maures et les Peuls. Les ouolofs sont surtout localisés dans le Oualo entre Saint-Louis et Dagana, alors que la haute vallée est le fief des Soninkés et Malinkés.

En dehors de Saint-Louis, Richard-Toll est la ville la plus importante avec une population de 63 500 habitants. La plupart des activités dans cette ville, tournent autour de la canne à sucre.

La vallée du fleuve Sénégal est une zone traditionnelle d'émigration. Le phénomène migratoire affecte toutes les couches sociales de la population. Cette migration s'effectue vers les grandes agglomérations du Sénégal et hors du Sénégal

Les exploitations familiales de la vallée ont en moyenne 9 personnes, avec un âge moyen des chefs d'exploitation de 52 ans dont 37 % n'ont reçu aucune instruction et un taux d'émigration de 13 % affectant surtout la région de Matam et le département de Bakel.

L'héritage est le mode d'acquisition de terre le plus répandu, suivi par l'attribution par la communauté rurale qui représente 29 % des acquisitions et concerne surtout la culture irriguée. La superficie moyenne cultivée par exploitation familiale est de 1,72 ha. Les aménagements agricoles constituent l'essentiel des terres de culture (42%) suivis par les terres du Diéri (20%) et les terres de décrue (15%). La main d'œuvre familiale estimée à 6 actifs semble insuffisante au regard des besoins obligeant la plupart des exploitants à recourir à de la main d'œuvre salariée (Diop et al., 2008). On note aussi un sous équipement des exploitations.

Les exploitations pratiquent l'élevage avec en moyenne 11 bovins, 12 ovins, 12 caprins, 1 équin et 2 asins par exploitation. Le département de Bakel est celui qui détient le plus d'animaux (Diop et al., 2008).

5.2. Accès aux services sociaux de base

Un indice a été calculé par l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD 2009), il porte sur l'accès à cinq services. Pour chaque service, un indice élémentaire est calculé :

- l'eau : la proportion d'individus ayant accès à une source d'approvisionnement d'eau potable comme un robinet/borne fontaine, un forage ou un puits moderne dans le village ou à moins d'un kilomètre du village ;
- l'école : la proportion d'individus ayant accès à une école primaire dans le village ou à moins de trois kilomètres du village ;
- la santé : la proportion d'individus ayant accès à un poste de santé dans le village ou à moins de cinq kilomètres du village ;
- le commerce : la proportion d'individus pouvant accéder à un lieu de commerce : une boutique dans son village ou un marché hebdomadaire dans le village ou à moins de cinq kilomètres du village ;
- la route : la proportion d'individus ayant accès à une route (bitumée ou latéritique) dans le village ou à moins de cinq kilomètres du village.

Ces indices élémentaires varient de 0 à 100. La valeur 100 est affectée si le niveau de l'indice élémentaire est supérieur ou égal à 75%, c'est-à-dire, si 75% de la population de la communauté rurale ont accès au service considéré. La valeur 50 est attribuée si le niveau de l'indice élémentaire est inférieur à 75% et supérieur ou égal à 50%, c'est-à-dire, si la proportion de la population de la communauté rurale qui a accès à l'infrastructure considérée est comprise entre moins de 75% et 50%. La valeur 0 est affectée si le niveau de l'indice élémentaire est inférieur à 50%, c'est-à-dire, si moins de 50% de la population de la communauté rurale ont accès à l'infrastructure considérée. Par convention, l'indice d'accès global ou indice composite d'accès, est obtenu en faisant la somme des indices élémentaires :

$I_{\text{accès}} = \text{Valeur (Ieau)} + \text{Valeur (Iécole)} + \text{Valeur (Isanté)} + \text{Valeur (Icommerce)} + \text{Valeur (Iroute)}$

Par conséquent, l'indice d'accès global varie de 0 à 500. Par suite, une valeur nulle de l'indice d'accès global signifie que moins de la moitié de la population de la communauté rurale concernée a accès à une source d'eau potable, à une école primaire, à un poste de santé, à un lieu de commerce ou à une route. Par contre, une valeur de l'indice d'accès global égale à 500 signifie que 75% ou plus de la population de la communauté rurale considérée ont accès à tous ces services sociaux de base.

Tableau 2 : Indice d'accès aux services sociaux de base

Région	Indice d'accès
Matam	450
Saint-Louis	400
Département de Bakel	350

Source : enquêtes ménages ANSD, 2009

Avec un indice d'accès aux services sociaux de base moyen relativement favorable, la région de Matam est classée quatrième ex-æquo sur quatorze tandis que celle de Saint Louis occupe la septième position.

En 2009, le taux d'accès à l'eau potable pour la partie sénégalaise du bassin était de 73,6% avec des disparités entre les régions : Louga 72%, Matam 71%, Saint-Louis 81% Tambacounda 67%. (Pepam 2011).

5.3. Activités industrielles

Du point de vue économique, on peut considérer le delta comme étant la zone économique la plus importante du bassin avec l'implantation de la Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS) qui y exploite 11000 ha de canne à sucre dont la production est traitée sur place dans l'usine de Richard-Toll. La Société de Commercialisation Agricole du Sénégal (SOCAS) qui collecte 80 000 tonnes de tomates fraîches auprès de petits producteurs et 7 000 tonnes supplémentaires auprès de quelques sociétés agricoles privées de la vallée, pour la fabrication du double concentré de tomate. On trouve également dans cette zone de nombreuses rizeries et de petites entreprises rurales.

Le delta est une zone propice au développement de l'agrobusiness comme en atteste la présence de la Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS), de la SOCAS, des Grands Domaines du Sénégal (GDS), d'AGROLINE et de petites et moyennes entreprises. C'est aussi un espace où les enjeux fonciers sont les plus conflictuels du fait d'une forte présence humaine liée au développement de pôles tels que Richard-Toll, Dagana et Ross Béthio.

Des périmètres horticoles sont exploités sur le lac de Guiers et le bas-Ferlo, avec d'importantes productions. Les principales spéculations sont l'oignon, la pomme de terre, la tomate, le chou, l'aubergine, la carotte, le piment, le gombo, le navet, le concombre, la laitue, la menthe (nana), la citrouille, etc. La patate douce, le manioc et l'arachide sont également produits, par irrigation.

En 2008, 350 ha étaient cultivés en manioc pour une production de l'ordre de 10 500 tonnes. La culture de la patate douce se développe de manière accélérée dans cette zone et la SAED a prévu dans sa 9^{ième} lettre de mission d'élaborer un Schéma Directeur d'Aménagement Agricole de la Zone du Lac de Guiers avec comme objectif général "la définition des conditions techniques, économiques et socio organisationnelles devant permettre la promotion d'une irrigation privée durable basée sur une utilisation optimale des ressources naturelles de la zone du Lac de Guiers, dans le cadre d'un partenariat entre l'État, les Collectivités Locales et les différentes catégories d'Usagers (exploitations familiales et commerciales)".

La principale activité dans le Ferlo est l'élevage. Le Ferlo fut naguère une zone de production de la gomme arabique, mais suite aux sécheresses de la fin des années soixante, il y eut un déclin notable de la production de gomme qui est passée de 9 200 à 250 tonnes par an.

Depuis l'année 2000, la production de la gomme est relancée avec l'installation de la compagnie Asyila Gum qui a déjà planté 15 000 ha d'*Acacia senegal* sur un objectif de 35 000 ha d'ici à 2013.

L'exploitation des phosphates de Matam plus précisément au niveau des localités de NDendouri et Ouali-Diala qui a débuté en Aout 2008 offre des perspectives de gain de productivité à l'agriculture sénégalaise dont la majorité des sols est carencée en phosphore.

Le Sénégal a créé la Société d'Etudes et de Réalisation des Phosphates de Matam (SERPM) pour mettre en valeur les réserves de 40,5 millions de tonnes de phosphates identifiées sur la rive gauche, à NDendouri et Ouali-Diala, à 65 km au sud-est de Matam et à environ 9 km du fleuve, pour les besoins agricoles de la GOANA (Grande Offensive Agricole pour la Nourriture et l'Abondance). L'usine de granulation du minerai de phosphates, récemment inauguré par le Chef de l'Etat du Sénégal envisage de mettre à la disposition de la GOANA, 20 000 tonnes d'engrais de qualité.

Le projet d'exploitation du fer de la Falémé qui devait se dérouler en plusieurs phases pour atteindre, en pleine production, une capacité annuelle comprise entre 15 millions et 25 millions de tonnes est en veilleuse. Arcelor Mittal qui avait signé un accord avec le Gouvernement du Sénégal semble renoncer.

5.4. Activités agricoles

Le Ferlo est une zone de cultures pluviales avec une prédominance de la culture du mil du niébé, de l'arachide et du bœuf. C'est une zone naturelle d'élevage avec 22 à 30 % du cheptel national (SDAGE, 2011).

Les cultures sous pluie sont dominantes dans la haute vallée avec le mil, le sorgho, le maïs et l'arachide.

L'agriculture irriguée a pris racine dans le delta avec le jardin de Richard où furent expérimentées toutes sortes de cultures (coton, indigo) destinées à l'exportation. L'irrigation s'est progressivement étendue aux autres parties du bassin en se diversifiant. La culture de la canne à sucre qui a débuté en 1972 à Richard-Toll s'y est développée avec le plus haut niveau d'intensification.

La CSS a usiné 1 080 000 tonnes de canne durant l'année 2009/2010. 1 247 000 tonnes sont prévues pour 2010/2011

L'ambition de la CSS est d'accroître la production pour couvrir les besoins qui sont de 150 000 tonnes de sucre. Ceci nécessite une production de 923 000 à 1 000 000 de tonnes de canne. La CSS indique qu'elle est sur le point de satisfaire toute la demande qui nécessite de mettre en culture 500 ha supplémentaires. Actuellement la CSS importe 33 000 tonnes de sucre pour combler ce déficit. En 2006 ces importations ont coûté 875 000 \$ (PDD, CSS 2010)

5.5. Élevage

L'élevage est pratiqué par tous les habitants de la vallée, sous deux formes : un élevage transhumant extensif qui gravite autour des points d'eau, et un élevage sédentaire pratiqué par les agriculteurs autour des concessions.

L'élevage qui est une activité économique importante est l'occupation principale dans le Diéri, où il est transhumant à amplitudes variables. C'est une activité bien adaptée aux terres du Diéri dont la vocation première est pastorale. Les principales races sont constituées de Zébus Gobra et peul et de Ndama dans le Sud.

L'effectif du cheptel se décompose comme suit (SDAGE, 2009) :

1 500 000 à 2 000 000 de bovins, 2 000 000 de petits ruminants, 250 000 équins, 3000 asins, 200 buffles (introduits dans le cadre du projet de Makhana dans la région de Saint Louis).

Les objectifs de production issus du Programme Spécial d'insémination Artificiel (PSIA), qui constitue le Volet Elevage de la GOANA, visent une production laitière de 400 millions de litres de lait et l'insémination artificielle de 500 000 vaches d'ici à 2012. En 2009, les Services de l'Élevage ont inséminé environ 30 000 vaches, pour des réalisations habituelles de 3000/an au cours des années précédentes.

L'élevage est très peu intégré aux autres activités. L'importance des pâturages saison sèche dans le Walo diminue au fur et à mesure que les aménagements progressent réduisant ainsi l'espace pastoral. Les conséquences sont l'amplification des conflits entre éleveurs et agriculteurs et le déplacement des éleveurs vers le Diéri qui avec ses forages, lorsqu'ils sont fonctionnels, permet d'atténuer les mouvements de bétail en direction du fleuve. Les principales contraintes de l'élevage dans le bassin du fleuve Sénégal sont :

La santé animale caractérisée par la présence d'un certain nombre d'épizooties qui sont mentionnées ci-dessous :

- la peste bovine contagieuse et mortelle, qui affecte surtout les bovins domestiques et les buffles ; La Peste Bovine est déjà éradiquée au Sénégal (pays déclaré indemne par l'Organisation Internationale de l'Elevage, OIE) ;
- la peste des petits ruminants, contagieuse et mortelle ; elle atteint les petits ruminants surtout les caprins ;
- la peste équine, maladie mortelle qui atteint les équidés par transmission par les piqûres d'insectes ;
- la peste porcine, elle, sévit à l'état endémique chez les races locales en élevage rustique ;
- la dermatose nodulaire contagieuse chez les bovins ;
- la fièvre de la vallée du Rift ;
- le charbon bactérien qui est une maladie tellurique pouvant être transmise à l'homme par les bovins et les ovins ;
- les pasteurelloses animales qui sont transmises par voie bactérienne.

Selon le diagnostic fait dans le cadre du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SDAGE, 2009), les contraintes majeures qui concernent la commercialisation des produits animaux sont liées aux difficultés de transport, de conditionnement et de distribution, pour la consommation intérieure comme pour l'exportation.

La commercialisation est handicapée par l'état des routes, la disponibilité des moyens de transport et leur coût. Il y a aussi l'insuffisance et la vétusté des moyens de transport. Le coût du transport et des taxes « sauvages » sur les exportations dans la sous région peut atteindre plus de 20% du prix de vente.

Le coût du transport aérien caractérisé par l'insuffisance d'infrastructures appropriées (chambre froide au niveau des abattoirs et aéroports et camions frigorifiques) et la faible valorisation des sous-produits d'abattage, limite les possibilités de développement de l'exportation de la viande. L'application des réglementations douanières qui imposent plusieurs taxes, aggrave les problèmes de compétitivité. L'existence de problèmes sanitaires provenant du fait que la viande ne répond pas toujours aux normes internationales, constitue également une préoccupation majeure.

Pour les produits laitiers, les cuirs et les peaux, on remarque également des problèmes de qualité des produits liés à leur traitement et à leur conservation. Il faut aussi noter les difficultés de commercialisation des produits. Les professionnels ne disposent pas de moyens pour investir dans la transformation des produits d'autant plus que le secteur bancaire leur apporte très rarement son concours, compte tenu du fait que l'élevage manque de garantie pour couvrir les risques financiers.

La conception des aménagements dans lesquels sont ignorés les accès pour l'abreuvement du bétail constitue aussi une contrainte de taille.

Le Nouveau Plan de Développement de l'Élevage met l'accent sur :

- la valorisation des sous produits de la riziculture (paille, son, farine) ;
- l'utilisation des résidus de la tomate et de la canne à sucre (drèches, bagasse, mélasse) ;
- le développement des cultures fourragères ;
- la facilitation de l'accès au crédit à travers le Fonds d'Appui à la Stabulation (FONSTAB).

5.6. La pêche

La pêche est une activité importante dans le bassin du fleuve Sénégal. On note trois catégories de pêcheurs : des pêcheurs professionnels (dont la pêche constitue la principale activité), des pêcheurs semi-professionnels (agriculteurs-éleveurs) et des pêcheurs occasionnels. L'enquête effectuée par Roche Internationale cité par (SDAGE, 2009) révèle que 80 % des pêcheurs sont équipés de pirogues non motorisées. Les principaux engins utilisés sont : le filet, la palangre, l'épervier et le filet maillant dérivant.. Les espèces les plus abondantes de poisson sont des espèces d'eau douce. On note cependant la disparition de certaines espèces d'eau saumâtres suite à la construction du barrage de Diama qui fait barrière à la remontée dans le fleuve de ces espèces (SDAGE, 2009). La brèche sur la langue de Barbarie aurait facilité l'abondance des espèces estuariennes en aval du barrage de Diama. Les statistiques et données fiables sur la pêche sont minces dans le bassin du fleuve Sénégal. La zone du Delta entre Diama et Richard-Toll constitue la zone la plus importante de prise avec 25 576 tonnes en 2000, suivie du lac de Guiers/Taouey avec 18472 tonnes (voir tableau 3).

Tableau 3 Caractéristiques des grandes zones de pêche (modifié de SDAGE, 2009)

Tronçon	Source de données	Nombre de pêcheurs	Débarquement annuel (tonnes)	Débarquement annuel moyen/ pêcheur (tonnes)	Captures moyennes / sortie (kg)
Delta entre Diama – Richard Toll	Roche International, 2000	1094	25 576	23	44,9
Lac de Guiers et Taouey	Roche International, 2000	847	18 472	22	51,2
Basse vallée de Richard Toll à Podor	Roche International, 2000	493	3 379	7	12,4
Moyenne vallée de Podor à Matam	Roche International, 2000	1189	5 155	4	10,2
Région de Matam	<i>Caractérisation de la pêche continentale dans la région de Matam, 2009</i>	1353		2	8
Haute vallée de Matam à Bakel	Roche International, 2000	4199	12 917	3	6,6

6. HISTORIQUE DE LA CULTURE IRRIGUÉE²

6.1. Les origines

L'origine de la culture irriguée remonte à la création du jardin de Richard (Richard-Toll) en 1824 avec l'expérimentation de plusieurs espèces de céréales, de légumes et fruits exotiques et locales. En 1928 fut conçu un projet de grand barrage sur le fleuve Sénégal à Gouina à 80 km de Kayes avec comme objectif :

- la régularisation du débit du fleuve à 185 m³/s au confluent de la Falémé ;
- la navigabilité permanente ;
- la fourniture d'énergie hydroélectrique ;
- la régénération du Ferlo avec une station de pompage qui refoulerait l'eau dans la vallée du Ferlo-Boundou.

Le projet fut définitivement rejeté en 1948 pour des raisons financières.

Entre temps une politique centrée sur des aménagements plus simples et moins coûteux fut mise en place. C'est ainsi que la Mission d'Etude du fleuve Sénégal créée en 1935 dans le but de pallier les difficultés liées à l'importation du riz d'Indochine fut remplacée trois ans plus tard par la Mission d'Aménagement du Sénégal (MAS). En 1939 la MAS mit en place ses premiers casiers en aménagement simple. C'est ainsi que 1000 ha furent endigués à Guédé et dotés d'une station de pompage. A partir de 1945 la MAS projeta d'aménager 50 000 ha en 10 ans pour la production de 80 000 tonnes de paddy grâce à la réserve d'eau douce du lac de Guiers. C'est dans ce cadre que le casier de Richard-Toll fut aménagé à partir de 1946 d'après le projet Peltier-Delisle selon la chronologie suivante :

- 1946 : casier expérimental de 120 ha ;
- 1946-49 : casier expérimental de 600 ha ;
- 1949-53 : premier centre de culture de 1500 ha ;
- 1953-1957 : achèvement du casier de 6000 ha.

Toutes les opérations culturales furent mécanisées dans ce dernier casier avec l'utilisation de tracteurs et de moissonneuses-batteuses. L'alimentation en eau était assurée par le lac de Guiers grâce au barrage vanné sur la Taouey qui empêche la vidange de la réserve et l'intrusion d'eau salée. Le réseau d'irrigation est desservi par un canal de 25 km de long. La gestion du casier qui était assurée par le service de l'agriculture et la MAS fut confiée en 1953 à une société de travaux publics (ORTAL) qui passa le relais à la Société de Développement Rizicoles du Sénégal (SDRS) en 1960. Les difficultés techniques et les problèmes de gestion entraînèrent la reconversion du périmètre en casier sucrier à partir de 1971 sous l'égide de la (CSS). Selon les termes de l'accord entre le groupe Mimran et le Gouvernement du Sénégal, la CSS reprend toutes les terres de la SDRS à l'exception des terres du Colonat de Richard-Toll. L'irrigation se faisait suivant la technique de la submersion contrôlée sous l'égide de l'Organisation Autonome de la Vallée (OAV) et l'Organisation Autonome du Delta (OAD) qui avaient pour mission de « développer un système d'irrigation permettant de réduire les investissements à un minimum en utilisant les conditions hydrologiques et morphologiques naturelles de la vallée du Sénégal. L'afflux et l'écoulement de l'eau d'irrigation devant en principe s'effectuer uniquement par la déclivité naturelle... ».

² (Khouma, 1983)

L'OAD réalisa en 1964 pour 850 millions de F CFA la protection de l'ensemble du Delta avec une digue périphérique de 100 km de long et d'environ 1 à 3 m de hauteur.

Devant les nombreuses difficultés n'ayant pas permis d'atteindre les objectifs, l'OAD disparut au profit de la (SAED) en 1965 qui s'attela à la mise en œuvre de la deuxième génération des aménagements appelée aménagements secondaires avec découpage des cuvettes en unités altimétriques, chaque niveau étant alimentée en eau et drainé par le même canal à fond plat.

La très mauvaise récolte de riz de 1968 entraîna une révision du principe de l'aménagement gravitaire simple qui fut accompagné d'un pompage. Les difficultés dues au manque de planage devaient conduire rapidement à la troisième génération des aménagements avec une maîtrise complète de l'eau comprenant un réseau hiérarchisé d'irrigation et de drainage.

A partir de 1969 l'assistance technique chinoise avait introduit la technique du repiquage et la double culture dans la moyenne vallée à Guédé notamment.

La SAED avait opté à ses débuts pour l'aménagement de grands périmètres dont la superficie pouvait varier de 400 à plus de 2500 ha, avec des mailles hydrauliques de 10ha ou plus et des parcelles de 0,5 à 3-4 ha. L'attribution des parcelles pouvant être individuelles (Delta) ou collective (Dagana-Nianga). La majorité des grands périmètres se situe dans le delta avec des couts d'aménagements évalués entre 1 500 000 et 2 000 000 F CFA/ha en 1980. Une culture de riz était pratiquée durant la saison des pluies et accessoirement une culture de tomate durant la contre saison froide. Les paysans étaient organisés au sein de groupements de producteurs dont le président est l'interlocuteur privilégié de la SAED.

Les petits périmètres irrigués villageois ont commencé à se développer à partir de 1974 et sont localisés le long du fleuve et de ses défluent entre Guédé et Bakel. La grande motivation des paysans, provenant souvent du même village, a été à l'origine de la création de ces périmètres. La SAED participant au choix du terrain et effectuant le levé topographique. Elle assure également la fourniture de la motopompe sur bac flottant que le groupement se charge d'amortir. Les paysans participent pour une bonne partie à l'aménagement qui est sommairement de type tertiaire. La taille varie de 10 à 30 ha avec des superficies par adhérent de 10 à 30 ares. Le cout approximatif de l'aménagement est de 300 000 F CFA/ha en 1980 dont 45% pour la motopompe. La double culture est souvent pratiquée avec du riz de saison des pluies et du riz de contre saison chaude ou du riz de saison des pluies et du maïs de contre saison froide. Le riz est repiqué et toutes les opérations culturales sont effectuées manuellement. Le rendement moyen était évalué à 5 tonnes/ha contre 3 tonnes pour les grands périmètres.

Il faut signaler l'émergence de périmètres intermédiaires entre les grands et les petits à partir des années 80. Ce fut le cas du périmètre de Ndombo-Thiago avec une mécanisation plus légère que sur les grands périmètres.

Parmi les nombreuses contraintes relevées dans le développement de la culture irriguée il faut noter :

- l'inadéquation de certains aménagements (tout ce qui a été aménagé n'a pas été cultivable) ;
- le défaut de planage ;
- la salinité excessive des sols du Delta ;
- l'envahissement par le riz sauvage ;
- le manque de contrôle effectif de l'eau aussi bien au plan quantitatif qu'au plan chronologique (panne, rupture de carburant) ;

- l'absentéisme dans les grands périmètres ;
- l'absence de protection contre les crues pour les petits périmètres ;
- les problèmes récurrents de commercialisation de la production.

6.2. Création de l'OMVS

En 1963 le Sénégal, le Mali et la Mauritanie et la Guinée créent le Comité Inter Etats (CIE). Pour la première fois, une convention relative à l'aménagement complet du fleuve fut signée ; Convention par laquelle le fleuve et ses affluents sont proclamés « cours d'eau international ».

Le CIE fut remplacé en 1968 par l'Organisation des Etats Riverains du Fleuve Sénégal (OERS) composée des quatre Etats.

Avec la sécheresse des années 70, les trois Etats Riverains du fleuve Sénégal (Mali, Mauritanie et Sénégal) décidèrent en 1972 d'unir leurs efforts dans le cadre de l'OMVS pour un développement Intégré et coordonné du bassin du fleuve qu'ils partagent.

Les principales missions de l'OMVS sont :

- réaliser l'autosuffisance alimentaire pour les populations du Bassin;
- réduire la vulnérabilité des économies des États membres de l'OMVS face aux aléas climatiques ainsi qu'aux facteurs externes;
- accélérer le développement économique des États membres;
- préserver l'équilibre des écosystèmes dans la sous région et plus particulièrement dans le Bassin;
- sécuriser et améliorer les revenus des populations de la vallée.

Les réalisations de l'OMVS sont à ce jour :

- la construction d'infrastructures régionales de base comprenant :
- le Barrage de Manantali qui est un barrage hydroélectrique;
- le Barrage de Diama, qui est un barrage anti-sel empêchant la remontée de la langue salée dans le fleuve ;
- la Centrale hydroélectrique de Manantali, avec une puissance installée de 200 MW et un productible de 800 GWh/an, garanti 9 années sur 10;
- les Ouvrages annexes ou auxiliaires (retenue de Manantali, endiguements, ouvrages de prise d'eau ou de remplissage, routes d'accès, etc.)

Le barrage de Félou en amont de Kayes à vocation énergétique au fil de l'eau est en phase de construction

Dans le pipeline de l'OMVS, il y a le Projet de barrage de Gourbassi sur la Falémé avec un volume de 2.1 milliards de m³. Le but de l'ouvrage est de :

- contribuer pour 100 m³/s dans la régularisation des débits du fleuve Sénégal à Bakel pour permettre l'agriculture irriguée et la navigation sur la Falémé ;
- produire annuellement 104 GWh d'énergie électrique garantie 9 années sur 10, avec une puissance installée de 25 MW.

L'ouvrage sera à 8,5 km en aval du village de Gourbassi situé sur l'affluent Falémé, à 240 km en amont de sa confluence avec le fleuve Sénégal.

Avec l'objectif de gestion durable de la ressource eau, l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS) créée en 1972 a défini une charte des eaux. Cette Charte signée le 26

mai 2002:

- définit les modalités d'examen et d'approbation des nouveaux projets utilisateurs d'eau ou affectant la qualité de l'eau ;
- détermine les règles relatives à la préservation et à la protection de l'environnement ;
- définit le cadre et les modalités de participation des utilisateurs de l'eau dans la prise des décisions de gestion des ressources en eau du fleuve Sénégal ;
- fixe les principes et les modalités de la répartition des eaux du fleuve Sénégal entre les différents secteurs d'utilisation.

La charte met en avant un certain nombre de principes :

- le Fleuve Sénégal, écosystème essentiel à la poursuite d'un développement durable dans les pays riverains, est à considérer en appréciant le cycle de l'eau dans son ensemble ainsi que tous les besoins sectoriels et intersectoriels ;
- le partage des ressources en eau entre les usages, leur gestion et leur mise en valeur doivent s'effectuer en tenant compte de l'objectif de développement durable, en y associant les différents acteurs: usagers, gestionnaires, décideurs, aménageurs et experts concernés, dans une approche globale et intégrée ;
- l'agriculture, l'élevage, la pêche continentale, la pisciculture, la sylviculture, la faune et la flore, l'énergie hydroélectrique, l'alimentation en eau des populations urbaines et rurales, la santé, l'industrie, la navigation et l'environnement sont autant d'usages potentiels de la ressource en eau du bassin-versant ;
- la gestion intégrée de la ressource doit maintenir les conditions écologiques favorables dans le bassin du Fleuve, par « la création des conditions hydrauliques nécessaires à l'inondation de la vallée et aux cultures traditionnelles de décrue », « l'amélioration du remplissage des lacs de Guiers et du RKiz, ainsi que des dépressions naturelles », et en « garantissant sauf en cas de circonstances extraordinaires la crue artificielle ».

Dans sa mission de gestion rationnelle et durable des ressources du bassin l'OMVS a créé, par résolution 00320/CM/MM/2000 du 15/05/2000, le Bureau de l'Observatoire de l'Environnement avec pour objectif de suivre l'évolution de l'environnement dans le bassin du fleuve Sénégal pour faciliter la mise en œuvre des actions idoines d'atténuation et de prévention des effets négatifs des aménagements en fournissant aux décideurs les informations nécessaires pour mesurer les impacts environnementaux (OMVS, 2006).

Les missions de l'Observatoire sont :

- de constituer en réseau les principaux services et organismes qui produisent des données sur l'environnement dans le bassin du fleuve Sénégal ;
- de renforcer les capacités des partenaires du réseau en matière de collecte, de traitement et de transmission de données ;
- de produire des indicateurs agrégés permettant de renseigner régulièrement sur l'état de l'environnement dans le bassin du fleuve Sénégal et de détecter les situations de dysfonctionnement nécessitant des mesures de correction.

L'observatoire produit, entre autres, chaque année un rapport annuel sur l'état de l'Environnement dans l'ensemble du Bassin. Une certaine léthargie est notée dans le fonctionnement de l'observatoire due à la non fonctionnalité des réseaux de collecte de données à la base.

Le Sénégal dispose actuellement de 110 875 ha aménagés dont 11 000 ha de cultures de canne à sucre et prévoit de réhabiliter 45 430 ha d'ici 2025, soit un total de 156 305 ha. (FAO,

2009). Les superficies aménagées se répartissent comme suit : département de Dagana (65%), département de Podor (24%), département de Matam (8%) et département de Bakel (3%).

Les superficies aménagées et celles mises en valeur ont augmenté en 2008. C'est ainsi que 13 000 ha d'aménagements exploitables dans des conditions précaires ont été réfectionnés (10 000 ha à Dagana, 1 500 ha à Podor et 1 500 ha à Matam).

Le taux de mise en valeur des superficies aménagées est passé de 56 % en 2008 à 74 % en 2009. Avec cependant un rapport « production irriguée sur production totale » en baisse de quatre points (21 % en 2009). Cette baisse s'explique principalement par l'augmentation importante de la production de l'agriculture pluviale sous l'effet de la Goana II.

La vallée est la principale zone de culture du riz avec 25% des superficies emblavées et 63,6% de la production nationale. Il faut cependant souligner la faible intensité culturale actuelle qui est de 1 alors qu'elle devrait être de 1,6 pour mieux rentabiliser les investissements.

La production de riz a été de 223 094 tonnes durant la saison des pluies 2008-2009, contre 204 465 tonnes durant la saison des pluies 2009-2010, soit une baisse de 8,3 %.

Pour les cultures horticoles, les résultats des deux dernières campagnes sont consignés dans le tableau 4. On y note une progression notable de la tomate et de la patate douce qui sont passées de 76455 à 93622 tonnes et de 26180 à 32039 respectivement.

		Saison Froide 2009	Sèche 2008-2009	Saison Froide 2010	Sèche 2009-2010
Tomate	Superficie (ha)		2510		3340
	Rendement (T/ha)		30,46		28,03
	Production (T/ha)		76455		93622
Oignon	Superficie (ha)		3368		3372
	Rendement (T/ha)		26,63		25,31
	Production (T/ha)		89869		85362
Maïs	Superficie (ha)		1 634		1 202
	Rendement (T/ha)		3,5		3,5
	Production (T/ha)		5719		4207
Patate Douce	Superficie (ha)		1 309		1 393
	Rendement (T/ha)		20		23
	Production (T/ha)		26180		32039

Tableau 4 : résultats campagnes saison foride 2008-2009/ 2009-2010 (Source : SAED)

Malgré de réels progrès au cours des deux dernières années, on peut dire que les performances de la culture irriguée ne sont toujours pas à la hauteur de leur potentiel de production. Beaucoup de parcelles sont abandonnées. Parmi les causes de la faiblesse des rendements on note :

- le mauvais entretien des infrastructures, des équipements et la mauvaise gestion des périmètres irrigués villageois, caractérisés par la courte durée de vie du matériel destiné au développement de l'agriculture dans les exploitations du bassin. Cette situation prévaut également dans les aménagements hydro agricoles dont les canaux, digues et équipements de surface ne sont pas entretenus convenablement soit par ignorance, par négligence ou par manque de moyens ;
- la faible productivité des réseaux d'irrigation due aux nombreuses pertes dans les réseaux et à la parcelle ;
- La défaillance des systèmes de drainage ;
- la mauvaise conduite des opérations culturales, l'insuffisance des intrants, le faible niveau des équipements, et le manque d'appui conseil ;
- le non respect du planning cultural et des itinéraires techniques, aggravé par le manque de financement et d'énergie électrique ;
- les mauvaises herbes, (typha, salvinia molesta, les cypéracées pérennes et les riz sauvages) ;
- les destructions occasionnées par les oiseaux granivores ;
- la mauvaise gestion de la fertilité du sol ;
- la salinité des sols.

Les cultures traditionnelles de décrue qui se pratiquent sur les zones inondables du fleuve sont constituées de maïs, sorgho, niébé et patate douce principalement. Depuis la régularisation de la crue du fleuve par les barrages, ces cultures ont connu

La superficie totale moyenne des cultures de décrue avant l'érection des barrages était de 109 386 ha entre 1946 et 1971 et de 38 577 ha entre 1972 et 1999 (source : BRL i et al. 2003).

7. CHANGEMENT CLIMATIQUE

7.1. Définition

Pour la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, l'on entend par changements climatiques "des changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine, altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables."

Le réchauffement du système climatique est sans équivoque. On note déjà, à l'échelle du globe, une hausse des températures moyennes de l'atmosphère et de l'océan, une fonte massive de la neige et de la glace et une élévation du niveau moyen de la mer. Plus de 29 000 séries de données d'observation tirées de 75 études révèlent qu'un grand nombre de systèmes physiques et biologiques souffrent de profondes perturbations. Les tendances relevées dans plus de 89 % de ces séries de données vont dans le sens attendu en réaction à un réchauffement du climat (IPCC, 2008).

On essaie d'anticiper les effets attendus de ces changements climatiques en vue de définir des stratégies d'adaptation minimiser leurs effets négatifs et tirer avantage de leurs effets positifs. Les moyens actuellement disponibles reposent sur les modèles climatiques qui prédisent l'évolution de certains paramètres climatiques comme la température, la pluviométrie.

7.2. Vulnérabilité de l'agriculture irriguée et de l'élevage

7.2.1. Vulnérabilité biophysique

La vulnérabilité est le degré de fragilité d'un système aux effets négatifs du climat ou son incapacité à absorber ces effets, qui comprennent la variabilité du climat et les conditions climatiques extrêmes. Elle est fonction du caractère, de l'ampleur et du rythme de la variation du climat auquel le système est exposé, de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation. (CVIIP, 2007).

Des températures plus élevées dans la vallée du fleuve auront un effet réducteur sur les rendements des cultures et auront tendance à favoriser la prolifération des mauvaises herbes et des nuisibles.

Les impacts sont :

- directs, sur les cultures et la productivité du bétail au plan local ;
- indirects, sur la disponibilité/les prix des denrées alimentaires au niveau local Indirects, sur les revenus tirés de la production agricole à la fois au niveau des exploitations et du pays.

Une concentration en CO₂ plus élevée et un changement des variables climatiques (pluie, température et humidité relative) conduira à des changements au niveau des espèces dominantes de la végétation naturelle et au niveau du choix des cultures optimales (Rasmussen, 2001).

7.2.2. Résultats des projections

D'une manière générale pour le Sénégal les modèles globaux prédisent des augmentations de température mais divergent sur les précipitations. Certains prévoient des augmentations là où

d'autres prédisent des diminutions. En faisant tourner un modèle régional Gaye et Sylla, 2008 ont obtenu des résultats plus détaillées sur le Sénégal.

Les projections issues des modèles de circulation générale (MCG) qui modélisent la physique et la chimie de l'atmosphère et ses interactions avec les océans et la surface terres sont souvent contradictoires à l'échelle du pays. Ils sont tous basés sur des scénarii de croissance démographique et de mutations technologiques.

Le scénario A1 décrit un monde futur avec une croissance économique rapide, une population mondiale qui atteint un pic au milieu du siècle pour ensuite décroître, avec une introduction rapide de nouvelles et plus efficaces technologies.

La famille du scénario A1 comprend trois groupes qui décrivent des directions alternatives de changement technologique dans le système énergétique. Les trois groupes se distinguent par leur accent technologique : intensité du combustible fossile (A1FI), sources d'énergie non-fossiles (A1T), ou un équilibre entre toutes les sources (A1B). (où équilibre signifie : pas de forte dépendance par rapport à une source particulière d'énergie, avec l'hypothèse que les taux d'amélioration s'appliquent à toutes les fournitures d'énergie et de technologies d'utilisation finale).

Un modèle régional a été adapté et utilisé au Sénégal pour simuler le climat présent dans le but d'élaborer des scénarios de changements climatiques. Le modèle climatique régional (MCR) est un modèle de méso – échelle à aire limitée (c'est-à-dire ne couvrant qu'une partie de la surface du globe terrestre) utilisé pour la simulation du climat d'une région particulière sur des périodes allant de plusieurs mois à plusieurs années. Le modèle régional utilisé et validé au Sénégal avec le scénario A1B (extrait de la seconde communication nationale du Sénégal) donne les résultats suivants :

Par rapport au climat présent, les précipitations ont tendance à diminuer sur tout le long de la côte ouest de l'Afrique de l'Ouest en 2031-2050 (0.5 mm/jour) et sur toute l'Afrique de l'Ouest (jusqu'à 2.5 mm/jour au nord du Sénégal). Pour toutes les deux périodes futures (2031-2050 et 2081-2100), on note un déficit sur tout le Sénégal et dans toutes les zones pour chaque mois d'été et aussi pour la moyenne des trois mois (Juin, Juillet et Aout).

Les augmentations de température les plus importantes sont localisées au nord dans les endroits où les précipitations diminuent le plus.

Les températures ont tendance à augmenter avec un plus grand réchauffement dans les deux dernières décennies du 21e Siècle dans tout le Sénégal et dans chaque sous-région.

Le record est atteint en Juillet à l'Est du Sénégal avec plus de 6°C de réchauffement.

En 2081-2100, les précipitations montrent, en général, des anomalies négatives dans tous les mois d'été de chaque année dans tout le Sénégal.

Pour les températures en général, il y a sur le nord du Sénégal une augmentation plus forte par rapport à la moyenne du climat présent, surtout durant la période 2081-2100.

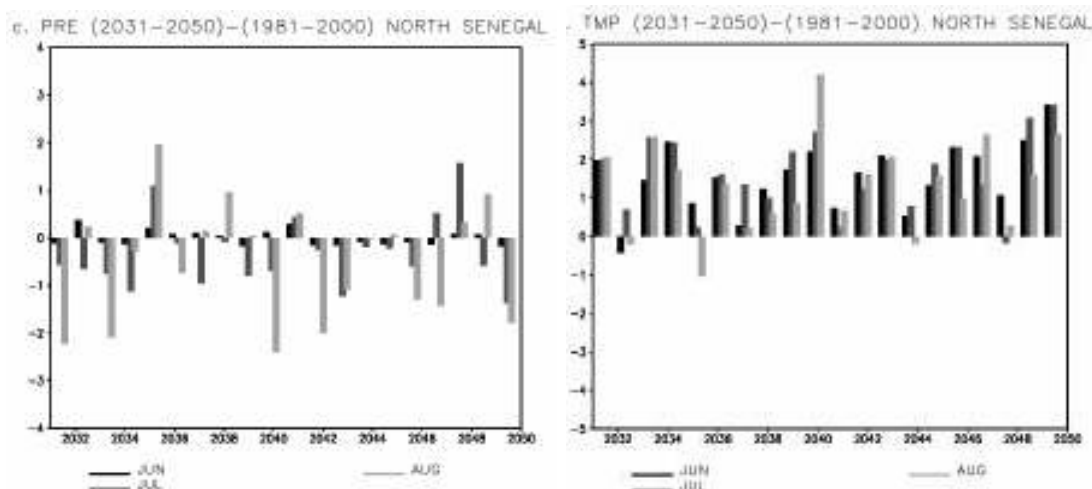


Figure 9 : Différences entre la moyenne des précipitations (PRE) et la moyenne des températures (TMP) de chaque mois d'été (Juin, Juillet, Aout) du climat futur (2031-2050) et la moyenne du climat actuel (1981-2000) pour le mois correspondant pour le Nord du Sénégal, (extrait de Gaye et Sylla, 2008)

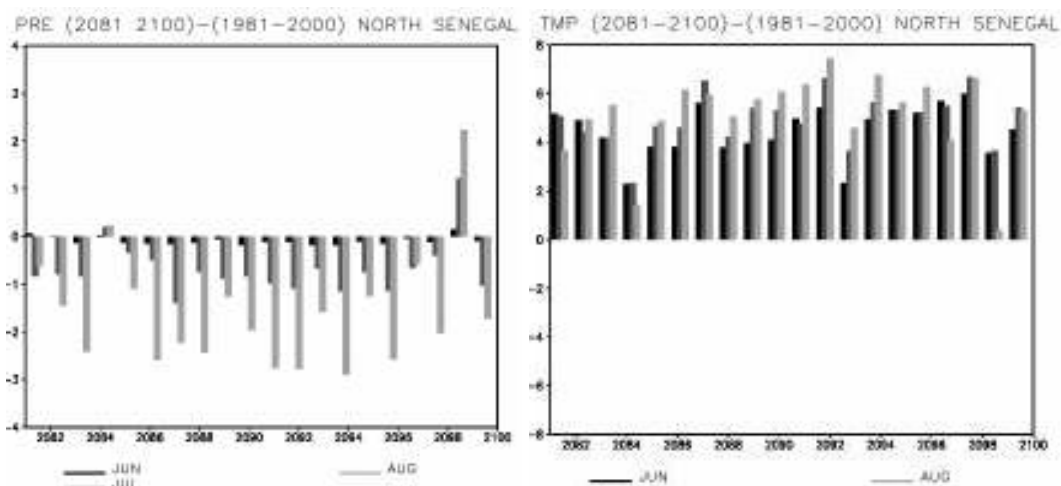


Figure 10 : Différences entre la moyenne des précipitations (PRE) et la moyenne des températures (TMP) de chaque mois d'été (Juin, Juillet, Aout) du climat futur (2081-2100) et la moyenne du climat actuel (1981-2000) pour le mois correspondant pour le Nord du Sénégal, (extrait de Gaye et Sylla, 2008).

Diop et al. (2005) ont utilisé une approche Ricardienne pour estimer les impacts du changement climatique sur l'agriculture sénégalaise. Cette méthode d'analyse transversale empirique examine la performance de l'exploitation agricole à travers différentes zones climatiques. Cette technique a été nommée méthode Ricardienne parce qu'elle s'inspire fortement d'une observation de Ricardo selon laquelle la valeur de la terre reflète la productivité de la terre en un site donné (sous compétition). Le modèle utilise les mesures économiques typiques de performance de l'exploitation : revenu net ou revenu net de l'exploitation. L'approche a été utilisée pour évaluer la contribution des mesures environnementales au revenu de l'exploitation. En établissant une régression entre la valeur de la terre et une série d'inputs environnementaux, on peut mesurer la contribution marginale de chaque input au revenu de l'exploitation. Avec un échantillonnage de ménages provenant de des régions de Saint-Louis, Thiès, Diourbel, Louga Kaolack, Fatick, Tamba, Matam et Kolda, ils ont trouvé que le revenu brut le plus élevé (1900 \$) se situait dans la région du fleuve Sénégal où l'irrigation est couramment pratiquée pour la production de cultures horticoles entres autres. La plupart des ménages du pays ont un revenu inférieur à 500 \$. Les revenus des exploitations sont négativement affectées aussi bien par une

augmentation ultérieure de la température que par une diminution ultérieure de la pluviométrie. Les régressions montrent aussi que l'effet du climat sur le revenu n'est en aucun cas linéaire. Il est important, selon les auteurs, de noter que l'enquête a été faite en 2002 année durant laquelle la production agricole et les rendements ont été très faibles, à cause d'un long épisode sec allant de début Juillet au 10 Aout.

Les conséquences de ce réchauffement prévisible sont pour le riz dont l'essentiel de la production se fait dans la vallée du fleuve Sénégal, une baisse des rendements. Pour cette plante, un dommage permanent affectant seulement le mécanisme reproductif de la plante réduit le rendement en grain d'environ 10 % pour toute élévation d'1°C de la température entre 30 °C et 40 °C durant la floraison (IRRI, 2004). Les modèles sur le riz indiquent par ailleurs qu'une augmentation de 4 °C peut entraîner une perte de rendement de 40 %. (IRRI, 2004).

Au niveau de l'horticulture, selon les entretiens eus avec les producteurs, on note déjà un décalage et un raccourcissement de la période favorable pour la tomate, l'oignon, la pomme de terre et le haricot vert, avec les conséquences que cela peut avoir sur les productions. Tous les producteurs rencontrés ont constaté un raccourcissement de la période favorable aux cultures de saison sèche froide comme l'oignon et la tomate. D'un autre côté on constate un allongement de la période favorable à la culture du riz dont l'intensité du froid qui ralentissait le développement en décembre et janvier s'est atténuée. On assiste donc à un allongement de la période chaude plus favorable au riz. On assiste parfois aussi à un ralentissement du cycle du riz suite à des périodes plus froides (SAED, 2010).

Une plus grande occurrence des vents chauds et secs est aussi notée.

Les problèmes de salinité qui sont récurrents dans le delta ont tendance à s'amplifier avec l'élévation de la température qui accélère l'évaporation et les phénomènes de remontée capillaires.

La réapparition de certaines maladies bactériennes sur le riz constitue un risque qu'il convient de prendre en compte.

Une autre cause de vulnérabilité réside dans l'état avancé de dégradation des ressources naturelles avec des problèmes d'érosion et de dégradation des sols qui sont partout présents dans la vallée du fleuve. Dans une étude sur le nord ouest du Sénégal, Gonzalez (1997, 2001) a trouvé que la sécheresse a favorisé l'extension des espèces de plantes sahéliennes à partir du nord, tandis que les espèces soudaniennes et guinéennes se rétractent vers le sud. La richesse spécifique a été réduite de 30 %.

L'irrigation étant tributaire de l'énergie pour le pompage de l'eau, on comprend aisément l'impact que le renchérissement du prix du gasoil et de l'électricité peut avoir sur les coûts de production. Toute hausse significative du coût de l'énergie se répercute sur la rentabilité des productions et au-delà du pompage le coût des intrants est affecté (engrais azotés et produits phytosanitaires).

Au niveau du cheptel, les fortes chaleurs ont une incidence sur les besoins en eau, ainsi que sur la disponibilité et la qualité des fourrages. Les fortes chaleurs favorisent les feux de brousse et par conséquent la raréfaction des ressources fourragères.

De nouvelles pathologies affectant le bétail sont signalées par les éleveurs. (Ce sont des maladies que les éleveurs disent ne pas connaître, mais Il semblerait que ces maladies aient un rapport avec la fièvre de la vallée du Rift).

L'élevage sédentaire bénéficie des apports provenant des concessions (résidus de cuisine), des sous-produits de l'agriculture (canne, sorgho, mil, fanes diverses) et/ou des compléments sous forme d'aliments de bétail. Le coût des aliments et les difficultés de transport sont des

contraintes importantes. Ce type d'élevage a de moins en moins d'espace dans la vallée compte tenu de la présence des périmètres irrigués et de l'absence de couloirs de parcours. Dans le cas du bassin du fleuve Sénégal, cependant une concentration de plus en plus forte et sur une durée plus longue autour des points d'eau permanents tels que le lac de Guiers est notée. Ceci n'est pas sans conséquence sur la disponibilité des ressources et la performance des animaux.

L'élevage transhumant dont les pratiques sont bien adaptées aux contraintes biophysiques et sociales car basées sur la mobilité des troupeaux dans l'espace et dans le temps est en soi une stratégie de minimisation des risques. En contre partie cela se paye par une faible productivité et une grande sensibilité aux variations climatiques et aux disponibilités en eau et pâturage. Les défrichements au profit de l'agriculture, les feux de brousse et la disparition de la jachère traditionnelle sont autant de pratiques qui réduisent la disponibilité des fourrages. L'augmentation des effectifs des animaux sur des aires de pâturage de moins en moins riches constitue aussi une sérieuse contrainte. A cela s'ajoute une couverture sanitaire souvent insuffisante.

L'accaparement des terres pour l'agrobusiness constitue également une menace pour l'élevage, car les grands domaines agricoles limitent toujours la mobilité des troupeaux.

7.2.3. Vulnérabilité sociale

L'exacerbation de la dégradation de l'environnement est amplifiée par d'autres facteurs tels que la pression de la population, la mauvaise gouvernance, la pauvreté.

La Figure 7 montre la proportion de la population vivant avec moins de \$ 2 par jour. Une bonne partie de la vallée se trouve dans des conditions beaucoup plus favorables que le reste du Sénégal.

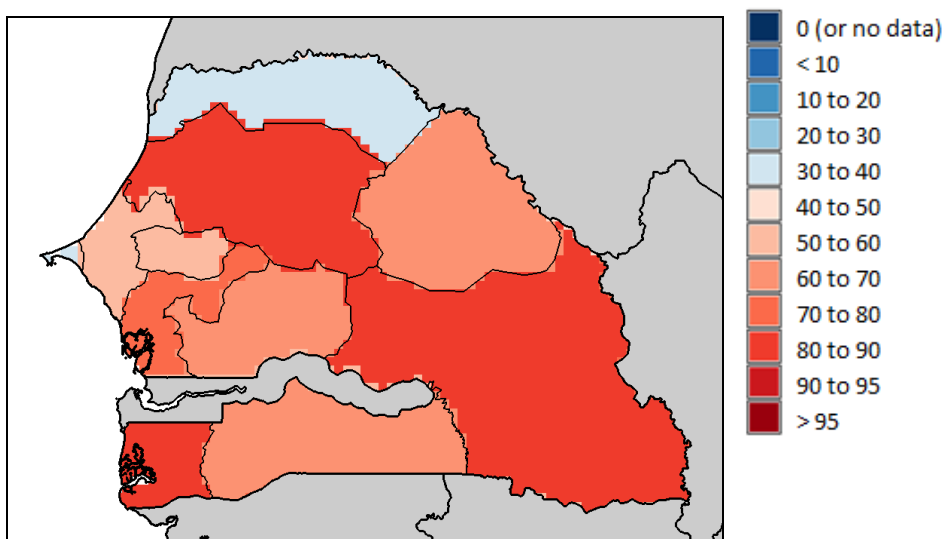


Figure 11 : Étude vulnérabilité de l'Agriculture au Sénégal (Source Khouma et Thomas 2010)

La distribution de la pauvreté est inversement corrélée à la densité de la population (régions du Sud est du Sénégal, de Louga et de Ziguinchor). La proportion de la population vivant avec moins de 2 dollars par jour est moins importante dans les grandes villes et les zones où l'irrigation s'est développée et où se situent les activités industrielles importantes.

7.2.4. Gestion technique et organisation sociale de l'irrigation

Avec le désengagement de l'état des fonctions productrices et marchandes, la rentabilité des exploitations agricoles devient un facteur décisif de survie. Les services de développement ont recentré leurs activités sur les activités de services publics structurantes. Le transfert a été fait sans l'accompagnement nécessaire aux plans de la formation et de la logistique (Legoupil et al. 1999).

La faible maîtrise des éléments techniques de l'aménagement (surface réduite dans les petits périmètres et mauvaise maîtrise de l'eau) ont été des éléments de fragilisation des exploitations agricoles renforcés par la multitude d'interlocuteurs (fournisseurs d'intrants et de service) du monde paysan.

A cela il faut ajouter un environnement juridique en décalage avec les solidarités sociales. On note une superposition des systèmes fonciers modernes avec des systèmes traditionnels de gestion de la terre.

7.2.5. Problème de l'endettement des producteurs

L'irrigation en zone sahélienne revêt un caractère social. L'irrigation « sociale » constitue à la fois une aide aux producteurs des zones défavorisées et une contribution à l'aménagement du territoire (lutte contre la désertification, création d'un pôle de développement). Cet investissement social permet de freiner l'exode des populations rurales vers les centres urbains. La quasi-totalité des aménagements traditionnels et des petits périmètres irrigués villageois (PPIV) répondent à cet objectif social. Très souvent, les périmètres les plus performants sont ceux où l'organisation paysanne est forte et où il y a eu collusion entre le pouvoir traditionnel et le fonctionnement collectif de l'aménagement. Les objectifs sociaux initiaux évoluent vers d'autres objectifs plus conformes aux règles du monde rural traditionnel. (Legoupil et al. 1999).

Il faut noter la précarité des conditions d'exploitation des terres de cultures, de parcours et d'accès à l'eau pour certaines catégories sociales. Cela concerne plus particulièrement l'exclusion des femmes rurales les plus pauvres et des pasteurs dans l'appropriation foncière. La boulimie foncière notée avec l'arrivée d'investisseurs étrangers constitue une menace pour certains agriculteurs et ce d'autant plus que les activités d'élevage n'ont pas été toujours considérées comme de la mise en valeur.

A cela s'ajoute une dégradation du couvert végétal herbacé, arbustif et arboré, suite aux péjorations climatiques conjuguées aux effets de l'homme (déboisement, sur pâturage, mauvais drainage des sols, feux de brousse récurrents). Il faut aussi mentionner la menace que constitue l'envahissement des axes hydrauliques par la végétation aquatique (Typha, Phragmites et Salvinia), l'ensablement et l'envasement des cours d'eau et des retenues.

7.2.6. Forte dépendance vis-à-vis du riz

Le riz irrigué représente 70 % de la production nationale de riz et il est produit pour l'essentiel dans la vallée du fleuve Sénégal. Le rôle de l'état a été prépondérant dans le développement des périmètres irrigués jusqu'en 1994.

Le riz constitue la base de l'alimentation des sénégalais avec une consommation per capita de 74 à 93 kg par an. La consommation totale qui était de 400 000 tonnes a atteint 800 000 tonnes en 2007. Le riz constituant en 2007 32 % des calories consommées et représente 54 % des céréales consommées et 18 % des dépenses des ménages dans les zones urbaines, contre 24 % des céréales consommées et 25 % des dépenses totales en milieu rural (USAID, 2009).

La SAED annonce une production record de 350 000 tonnes pour l'hivernage 2010.

La commercialisation reste le maillon faible de la filière riz irrigué. La création récente de l'office de commercialisation du riz est destinée à trouver une solution à ce problème. Le fort impact du prix mondial du riz et du taux de change du dollar sur la rentabilité de la filière locale reste un obstacle de taille.

Les producteurs de riz de la vallée estiment en outre que le système de crédit en vigueur est mal adapté à leur situation, celui-ci n'étant octroyé que pour une seule culture et non pour la double culture. Il s'y ajoute un problème de décalage entre la demande en intrants et la disponibilité de l'offre.

8. LES GRANDS DEFIS

8.1. Sécheresses prolongées et inondations causées par les pluies de forte intensité

Les conséquences des changements climatiques ayant un impact direct sur la culture irriguée sont les sécheresses prolongées et les inondations dévastatrices :

Les sécheresses impactent sur la demande évaporative et sur la disponibilité de l'eau, réduisant les superficies susceptibles d'être irriguées ainsi que les autres usages (besoins domestiques, abreuvement du bétail, besoins environnementaux). Le manque d'eau non seulement limite les superficies à irriguer mais il limite aussi les possibilités de la culture de décrue, que ce soit de manière naturelle ou artificielle.

En année très pluvieuse, il peut se poser un problème de gestion de l'excès d'eau. Le non contrôle du Bakoye et de la Falémé ne facilite pas la gestion des crues.

Les petits périmètres irrigués aménagés avant l'an 2000 sont les plus vulnérables aux crues dévastatrices du fait qu'ils ne sont pas dans leur grande majorité protégés contre les crues. Il s'agit moins de pluies d'intensité exceptionnelle que d'une occupation inadéquate du sol qui ne s'accompagne pas d'un système efficace d'évacuation des eaux de pluie.

Durant la saison des pluies 2010, les superficies inondées dans la vallée ont été de 3365 ha se répartissant comme suit :

- département de Dagana : 2 629 hectares sur 23 398 ha emblavés, soit 11,24 % des emblavures ;
- département de Podor : 611 hectares dont 475 ha sinistrés sur 8 094 ha emblavés, soit 7,55 % des emblavures ;
- région de Matam : 125 hectares sur 4 516 ha emblavés, soit 2,77 % des emblavures.

Il convient également de citer la menace que constituent les pluies hors saison comme celles de 2002 durant lesquelles des quantités allant jusqu'à 100 mm sont tombées au mois de janvier conjuguées avec une baisse sensible des températures. Ces pluies ont causé d'importants dégâts aux hommes, au bétail et aux récoltes.

Parmi les autres défis du changement climatique il faut citer la prolifération des végétaux aquatiques qui entrent en compétition avec les autres usages, réduisent l'accès à la ressource et influent négativement sur la biodiversité. La raréfaction de la ressource peut avoir comme conséquence une exacerbation des conflits entre agriculteurs et éleveurs dont la coexistence au sein des périmètres irrigués est jalonnée de difficultés.

Parmi ces défis il faut citer celui que constitue le développement des biocarburants dont les besoins en terre pourraient mettre en péril la survie de la petite exploitation familiale si le processus n'est pas bien encadré. La demande est assez forte du côté de la communauté rurale de Mbane qui est le théâtre de conflits fonciers inédits entre la collectivité locale et l'autorité administrative.

8.2. Un élevage plus productif et moins émetteur de gaz à effet de serre

Le Sénégal a besoin de développer son élevage pour satisfaire la demande croissante en produits carnés et laitiers et pour améliorer la consommation de protéines d'origine animale. Cette forte demande non satisfaite par la production nationale est une opportunité pour le développement l'élevage. Produire plus dans les conditions actuelles s'accompagne d'une forte augmentation des émissions de gaz à effet de serre provenant de la fermentation entérique et des déjections animales.

Des mutations profondes devront s'opérer pour minimiser ces émissions à travers :

- une alimentation de meilleure qualité ;
- la sélection de races plus adaptées ;
- un recyclage des déchets.

8.2.3 Autres défis

A ces défis il faut ajouter :

la salinisation des terres du Gandiolais suite à l'ouverture de la brèche de la langue de Barbarie pour empêcher l'inondation de la ville de Saint-Louis en 2003. Cette brèche qui avait une largeur de 4 mètres au moment de son ouverture a maintenant plus de 2 km de large avec comme conséquence une invasion de l'eau de mer dans les terres d'en face les rendant plus ou moins inapte à la culture. Il convient cependant de souligner que depuis l'ouverture de la brèche les activités d'extraction de sel sont devenues une source importante de revenus pour les populations.

Les menaces sur les aires protégées du bassin du fleuve Sénégal tiennent plus de la qualité des eaux de drainage provenant de l'agriculture qu'elles reçoivent que de l'absence d'eau. La réserve de faune du Ndiel en est l'exemple le plus patent.

La perte d'habitat propice pour la pisciculture du fait de la réduction des superficies inondées est une autre menace, ainsi que la disparition inquiétante des forêts de Gonakié qui participent au développement de la pêche et à la préservation de la biodiversité.

Ce sont les moyens d'existence même des populations qui sont menacés par la dégradation des conditions environnementales.

Au delà de la quantité se pose un problème de qualité des eaux du essentiellement :

- à la pollution des eaux industrielles et domestiques ;
- au rejet des eaux de drainage des périmètres irrigués (teneurs en orthophosphates dans le lac de Guiers peut atteindre des pics de 41 mg/l au niveau de Gnith alors que la limite tolérable est de 0.5 mg/l). Il s'y ajoute 2300 tonnes de sédiments annuellement déversées dans le lac (Carl Bro international 2000).

Parmi les autres difficultés on peut citer :

- celles de la filière tomate, liées à la maturité du produit au même moment. Ce qui entraîne de longues files d'attente au niveau de l'usine de transformation ; toute la production n'est pas écoulée ;
- l'accès aux financements avec des taux d'intérêt élevés ;
- la prolifération des végétaux aquatiques (On estime que 95% des axes hydrauliques des grands aménagements du Delta sont colonisés par des bandes épaisses de Typha, menaçant alors la productivité et le développement agricole, (SDAGE, 2009).
- l'impact de l'élevage autour des plans d'eau.

9. ADAPTATION

L'adaptation au sens large est définie comme un ensemble d'actions « pour réduire les impacts du changement climatique présents et à venir et pour augmenter la résilience par rapport aux futurs impacts ». Les stratégies d'adaptation comprennent toutes les activités tendant à s'ajuster aux effets du climat actuel et futur dans le système induit par les changements climatiques.

9.1. Les initiatives nationales dans le domaine des changements climatiques permettent-elles de faire face aux défis posés par les changements climatiques ?

De nombreux acquis de recherche existent pour les différentes spéculations agricoles qu'ils soient relatifs à la culture de décrue ou à la culture irriguée (sorgho, riz, maïs, blé, tomate oignon).

La recherche agricole a mis au point une panoplie de variétés de riz à haut rendement (série des Sahel) bien adaptées aux conditions écologiques du bassin avec des rendements moyens de 6 à 7 t/ha et des pointes pouvant atteindre 10 t. Cependant l'obtention de ces rendements nécessite le strict respect des itinéraires techniques recommandés (calendrier cultural, quantité de semences, dose de fertilisants, entretien et protection des cultures).

Pour le maïs, les variétés performantes recommandées sont des variétés précoces à intermédiaires de 90 jours (Across-Pool-16-DR, TZEW-Pop x 1368-STR-C1, AK-9331-DMR, EV DT97STR-C1, Acr-94-TZE-Comp-5-W, Synth- 9243, Suwan-1 et DMR-ESR-W, avec des rendements de 4 à 6 t/ha

Pour les variétés de riz, il s'agit de : Jaya, Sahel 102, Sahel 201 et Sahel 202 (issues du Centre de Recherche Africa Rice)

Des activités de recherche sont actuellement menées par l'ISRA et l'IFDC sur la réduction des pertes d'azote dans les rizières grâce notamment au placement en profondeur de l'Urée. Ces recherches sont importantes dans la mesure où elles permettent non seulement de mieux rentabiliser les engrais mais aussi de contribuer à la réduction des émissions d'hémioxyde d'azote dont le pouvoir réchauffant est 310 fois supérieur à celui du gaz carbonique.

En ce qui concerne le sorgho, Des lignées et des hybrides précoces adaptés à chacune des deux saisons de culture irriguée (hivernage et contre-saison froide) au niveau des périmètres irrigués de la vallée du fleuve Sénégal ont été sélectionnés par la recherche. Il s'agit de :

- Variétés lignées : la CE 151-262 (90j) pour la culture d'hivernage et la 75-14 pour la contre-saison froide ;
- Variétés hybrides : la 612A x 68-29 recommandée pour les deux saisons, la CK 612A x 73-208 pour l'hivernage, la CK 612A x 75-14 et la CK 612A x 68-29 pour la contre-saison froide.

Les rendements varient entre 4,2 et 7,7 t/ha avec l'hybride CK 612A x 75-14.

Le Programme d'appui aux Initiatives du Nord (PINOR) en collaboration avec le projet croissance économique de l'USAID a organisé à Saint-Louis, un forum regroupant tous les acteurs de la filière riz pour échanger sur les stratégies à mettre en œuvre pour un partenariat de type nouveau entre le système financier et les organisations professionnelles dans le financement de la chaîne de valeur riz.

La rencontre a permis de dégager plusieurs axes de réflexion en vue d'un accès plus facile au crédit agricole.

Les acteurs ont reconnu les difficultés de financement marquées par:

- l'absence de cadres organisés pour la commercialisation,
- les risques systémiques et économiques qui pèsent fortement sur les activités de production et de transformation,
- la faiblesse des marges au niveau de certains maillons,
- la défiance de la culture de crédit du fait d'antécédents institutionnels et de la méthodologie inappropriée,
- la faiblesse des interconnexions et des liens formalisés entre les différents maillons, et les difficultés pour les institutions financières de mettre en place des politiques efficaces de gestion des risques.

D'autres contraintes liées à la segmentation des crédits, à la qualité des produits et au détournement de destination de crédits ont été également identifiées.

La recherche agricole a montré que l'amélioration du statut organique des sols par apport de matière organique (fumier ou compost) confère plus de résilience aux sols tropicaux. Le carbone du sol est associé à une plus faible variance de la production agricole ; ainsi le carbone du sol est un indicateur du risque de perte de rendement (le carbone du sol a un effet réduction du risque). Des résultats empiriques ont montré une forte évidence pour les pays en développement du potentiel de pratiques de gestion durable des terres pour renforcer la séquestration du carbone et aussi de son potentiel à réduire le risque de la production. Les résultats ont une implication sur le rôle que le carbone du sol peut jouer dans l'adaptation au changement climatique et la fourniture de services écosystémiques. (Kato et al. 2010)

En ce qui concerne l'élevage des acquis importants ont été obtenus notamment dans le cadre du Projet d'Appui à l'Élevage (PAPEL) avec les Unités pastorales (UP). Les unités pastorales (SDAGE, 2011) (complétée dans la biblio) (référence non donnée) sont des espaces définis sur un rayon d'environ 20 km autour d'un point d'eau principal (forage). À l'intérieur de ces UP, des règles de gestion consensuelle des ressources fourragères et des points d'eau sont définies par les acteurs. L'occupation de l'espace se fait de manière concentrique autour du point d'eau principal. L'UP peut être subdivisée en zones de pâturage, de régénération ou de culture ; de même, des pare-feux peuvent être ouverts autour de l'UP pour préserver les ressources fourragères des feux de brousse pendant la saison sèche.

Les règles de gestion de l'unité pastorale prennent en charge le phénomène de la transhumance (accueil des transhumants et zone de regroupement du bétail) ainsi que les modalités d'utilisation des infrastructures d'exhaure. Le montant de la taxe d'abreuvement du bétail et les règles de réciprocité avec les autres UP sont également définis de manière consensuelle.

Par ailleurs, un plan de gestion du patrimoine pastoral définissant les objectifs de gestion et les moyens à mettre en œuvre est élaboré de manière participative.

La mise en place de réserve fourragère a toujours été recommandée pour améliorer les conditions d'alimentation du bétail et amorcer ainsi le processus d'intensification de l'élevage. C'est une pratique d'autant plus facile au niveau des périmètres irrigués que ceux-ci produisent autant de paille que de grains de riz paddy. Cette paille a défaut d'être collectée est souvent brûlée pour libérer les parcelles pour la culture suivante.

Des initiatives pilotes ont eu lieu dans le passé dans le Ferlo (sur financement CRDI) en utilisant les NTIC pour permettre aux pasteurs de localiser les pâturages intéressants à l'aide de GPS et d'indiquer le nombre d'animaux qu'ils peuvent contenir sans compromettre la pérennité de la ressource.

9.2. La satisfaction des besoins en eau

Les besoins en eau des cultures irriguées, de l'élevage, de la pisciculture et des plantations forestières ont été calculés à l'horizon 2025 en faisant l'hypothèse d'une intensité culturale de 160 %.

La phase I du SDAGE (2009) a évalué les besoins totaux actuels en eau pour l'élevage dans la partie sénégalaise bassin du fleuve Sénégal à de 14 797 830 m³/an sur la base des consommations suivantes :

- 48 l/jour/ pour les camelins ;
- 21 l/jour/ pour les bovins ;
- 12 l/jour/ pour les asins ;
- 2 l/jour/ pour les caprins et ovins.

Sur cette même base et en considérant les taux de croissance suivants du cheptel dans le bassin :

- 0,7 % par an pour les Camelins ;
- 1,4 % par an pour les bovins ;
- 5 % pour les petits ruminants ;

Les besoins en eau du cheptel seront de 20 834 728 m³ en 2025.

A l'horizon 2025 le Sénégal pourrait aménager 156 305 ha dont 45 430 sont des réhabilitations. Sur la base des hypothèses suivantes :

- 90 % des superficies sont emblavées en riz en saison des pluies et 10 % de toutes les superficies aménagées sont exploitées en maraîchage ;
- les consommations en eau pour les cultures de riz sont estimées à 15 700 m³/ha en hivernage et à 20 600 m³/ha en saison sèche (SDAGE, 2009) ;
- Canne à sucre 38 500 m³/ha/an (réparti de la manière suivante : 16042 m³/ha/cycle en saison des pluies sur 5 mois ; 22458 m³/ha/cycle en contre-saison sur 7 mois) ;
- Maraîchage 10 000 m³/ha/an. (Réparti de la manière suivante : 4167 m³/ha/cycle en saison des pluies sur 5 mois ; 5833 m³/ha/cycle en contre-saison sur 7 mois)

Avec une intensité culturale de 160 %, Les besoins en eau en saison des pluies sont estimés à 2,290 milliards de m³ et à 1,631 milliards de m³ en saison sèche, soit un total de **3,921 milliards de m³**.

Avec une intensité culturale de 130 % les besoins en eau sont ramenés à **3,240 milliards de m³**.

Selon ces hypothèses, pour l'ensemble du Bassin (Guinée, Mali, Mauritanie et Sénégal,) les besoins en eau pour irriguer 255 000 ha à l'horizon 2025 (FAO, 2009) sont les suivants (en m³) :

- 6,4 milliards de m³ par an avec une intensité culturale de 1,6
- 5,2 milliards de m³ avec une intensité culturale de 1,3

Sur la base du développement envisagé dans le PARACI II, les besoins en eau s'élèveront donc, quelles que soient les hypothèses d'intensité culturale, à plus de 5 milliards de m³, soit 3,5 fois les besoins observés aujourd'hui.

Les conclusions des simulations effectuées dans le cadre du SDAGE (2011) sont les suivantes :

- la fourniture moyenne pour l'irrigation varie selon les scénarios de 4.7 à 5.1 milliards de m³/an ;
- le volume garanti 9 années sur 10 varie de 3.9 à 4.7 milliards de m³/an. Cela signifie que le volume de 5.2 milliards de m³/an estimé dans l'hypothèse d'une intensité culturale de 1.3 dans la phase 2 du SDAGE (2011), n'est atteint que lors des années de bonne hydraulité.

En intégrant les besoins des autres états membres de l'OMVS, l'ensemble des besoins pourrait être satisfait tel que indiqué dans le SADGE 2010 par :

- une meilleure maîtrise de l'apport des affluents du fleuve Sénégal ;
- une meilleure efficacité des apports d'eau à la parcelle et dans la parcelle ;
- un rééquilibrage entre les cultures au profit de celles consommant moins d'eau ;
- la correction des dysfonctionnements ;
- la mise en place d'aménagements structurants.

9.3. La dégradation des sols

Les observations actuelles sur les périmètres irrigués sub-sahariens montrent une évolution très défavorable des sols, même si dans certains périmètres, on note une progression de la production. Ainsi, la notion de durabilité des systèmes irrigués au-delà des performances annuelles peut être considérée comme un objectif prioritaire (N'diaye 1999).

Trois objectifs avaient été assignés dans ce sens à la composante « Lutte contre la dégradation des sols irrigués » du PSI :

- la « connaissance des mécanismes de la dégradation des sols » qui concerne l'étude des causes, conséquences et impacts des phénomènes de dégradation de la fertilité des sols par salinisation, alcalinisation ou sodisation ;
- la mise au point de la « prévention de la dégradation des sols et de la réhabilitation des sols dégradés ». Ce volet concernait la gestion des systèmes techniques de production permettant d'infléchir toute évolution défavorable de la fertilité des sols ou d'en minimiser l'impact ;
- la définition d'un « observatoire de la dégradation des sols irrigués » et des modalités de mise en place d'un dispositif pérenne de suivi de l'évolution des sols et de la productivité des systèmes irrigués.

L'observatoire de l'Environnement de l'OMVS a intégré ces préoccupations dans son programme de travail.

9.4. Les stratégies d'adaptation

9.4.1. Amélioration de l'efficacité de l'eau d'irrigation

Compte tenu de la grande variabilité dans les apports annuels qui sont de l'ordre de 22 milliards de m³ en moyenne, (l'écart entre une année humide et une année sèche pouvant varier de 6 à 1). Il est important de mettre la gestion de l'eau au centre des stratégies (gestion de la ressource eau dans les réseaux de distribution et dans les parcelles). Les technologies comme l'aspersion

ou le goutte à goutte pour les cultures autres que le riz, permettent d'améliorer la productivité de l'eau d'irrigation et d'optimiser le revenu des agriculteurs.

L'abondance de la ressource ne doit pas faire illusion, car la compétition pour les différents usages de l'eau (consommations humaine, agricole, pastorale, forestière, halieutique et environnementale) sera de plus en plus rude. Il faut se poser la question de l'allocation de la ressource eau en agriculture et plus particulièrement en riziculture. Un hectare de riz en double culture dans la vallée consomme en moyenne 36 000 m³ pour une production moyenne de 13 tonnes de riz, soit 2769 litres d'eau par kg de paddy. Sans remettre en cause la nécessité de cultiver du riz irrigué, on doit avoir un souci de réallocation de l'eau au profit des cultures ayant une plus grande productivité eau.

De nouvelles techniques de riziculture alternant submersion et drainage des rizières peuvent aider à réduire les émissions de méthane des rizières. Le méthane étant un gaz à effet de serre dont le pouvoir de réchauffement est 21 fois supérieur à celui du CO₂. Ceci doit cependant être couplé à une technique efficiente de gestion de la fertilisation pour minimiser les émissions de N₂O dont le pouvoir réchauffant est 310 fois supérieur à celui du CO₂.

L'aménagement du fleuve a permis de sécuriser une partie de la production agricole du pays notamment en ce qui concerne le riz, l'oignon, la tomate et la patate douce. Il a également permis d'améliorer les débits d'étiage nécessaires aux services environnementaux. La réduction des superficies cultivées en décrue a été une des conséquences de la régularisation du débit du fleuve. Les superficies actuelles cultivées en décrue sont de l'ordre de 15 000 ha contre 100 000 avant les aménagements. Le maintien de superficies plus importantes de décrue est sous la dépendance des autres usages de l'eau du fleuve : production d'énergie électrique, irrigation et navigation. Dans le moyen terme l'OMVS a retenu d'assurer 34 000 ha de décrue dans la partie sénégalaise du Bassin.

L'application des technologies de l'Information dans l'irrigation et le drainage (généralisation de système d'information géographique sur les périmètres irrigués permet d'intégrer des indicateurs de performance qui permettront une meilleure gestion des exploitations), la mise en place de structures d'opération et de maintenance de l'irrigation et l'application des principes de la bonne gouvernance de l'eau participent à l'amélioration des performances de l'irrigation.

La Charte du Domaine Irrigué (CDI) adoptée en juillet 2007 devrait permettre de disposer de normes d'aménagement et d'un cadre technico-juridique accepté par les parties, pour l'utilisation rationnelle de l'eau et de la terre le long de la rive gauche.

Une dynamique de confection de Plan d'occupation et d'affectation des sols est enclenchée et elle permet aux communautés rurales de mieux planifier l'utilisation de leurs ressources naturelles (délimitation des zones de culture, d'élevage, de boisement, d'habitat etc.).

9.4.2. Sélection de variétés mieux adaptées et diversifier la production

Compte tenu de l'importance du riz dans la vallée, la recherche agricole nationale doit intégrer dans ses activités l'identification de variétés tolérantes à la submersion.

A cet effet l'IRRI a mis au point une nouvelle variété de riz (Scuba rice) tolérante à la submersion prolongée (deux semaines entières) et qui pourrait faire l'objet de test d'adaptation au niveau du Sénégal. Il en est de même pour les variétés tolérantes à la salinité, aux hautes températures et hautes teneurs en CO₂ de l'atmosphère.

La sélection de variétés de riz à temps de cuisson réduit est aussi une voie à explorer.

La production d'agrumes (oranges, mandarines, pamplemousse, citron) à destination du marché national est à rechercher. Leur culture est peu contraignante et peut être pratiquée au coût marginal sur tous les types de sol à l'exception des sols les plus lourds et des sols salés.

9.4.3. Amélioration des dispositifs d'appui / conseil aux exploitants

Le dispositif d'appui conseil au niveau des périmètres irrigués doit être densifié et être axé sur :

- la vulgarisation des bonnes pratiques agricoles à travers des campagnes d'Information Education Communication (IEC);
- le respect de la législation en matière de rejets de produits polluants ;
- l'application combinée de fertilisants organiques et minéraux ;
- la lutte anti-aviaire ;
- la gestion intégrée des ravageurs et nuisibles.

9.4.4. Élaboration des Plans d'Occupation et d'Affectation des Sols (POAS)

Le POAS est établi pour la mise en valeur du territoire de la Communauté Rurale. Il a quatre fonctions principales :

- déterminer clairement le droit et l'usage des sols ;
- déterminer les espaces naturels qui seront protégés (accorder une importance particulière à l'érosion des berges dans la moyenne vallée);
- proposer des actions pour l'aménagement du territoire ;
- appuyer et localiser la programmation des équipements.

Le POAS est composé d'une série de cartes et de bases de données qui matérialisent l'occupation de l'espace actuel et la répartition spatiale des activités d'élevage et d'agriculture (points d'eaux pastoraux, pistes à bétail, infrastructures rurales). Les populations définissent les règles d'utilisation des espaces et les conditions de l'application de ces règles.

9.4.5. Renforcement des initiatives de mise en place d'un système d'information foncière

Des études sont en cours sous l'égide du PACR-VFS pour analyser les modalités de conception et d'utilisation du Système d'Information Foncière pour les Communautés Rurales Pilotes. Ces études constituent une étape dans la mise en place de systèmes d'information foncière. Ceci s'inscrit dans le cadre du Plan d'Actions de Ndiaye élaboré en 1997 à l'initiative de bailleurs de fonds (Banque Mondiale, AFD...) en partenariat avec les acteurs du développement de la Vallée. Ce plan d'actions comprend Cinq (5) points l'intensification de la riziculture, la maintenance des infrastructures hydro agricoles, la gestion de l'eau, la diversification des cultures et la gestion du foncier.

Il convient aussi de mettre l'accent sur la sécurité foncière sur les parcelles aménagées (délivrance de titres de jouissance ou de propriété aux exploitants), de même qu'une professionnalisation de la gestion, un appui au développement de filières de transformation et de commercialisation et une plus grande réactivité face aux modifications des conditions extérieures (prix mondiaux, libéralisation).

10. ÉTUDE ET ANALYSE DU CADRE INSTITUTIONNEL MIS EN PLACE POUR PRENDRE EN CHARGE LA PROBLÉMATIQUE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

10.1. Analyse du cadre institutionnel

Les orientations contenues dans le cadre de politiques, stratégies et programmes nationaux permettent-elles une prise en charge de la dimension changement climatique dans le développement d'une agriculture durable ?

Lorsqu'on considère la sécheresse comme caractéristique dominante des années 70 à 90, force est de constater que les grandes orientations en matière de politique agricole ont toujours accordé une grande priorité à la lutte contre la sécheresse et cela s'est traduit par une profonde modification de la carte variétale du pays avec le remplacement des variétés de cycle long par des variétés de cycle plus court (75 à 90 jours pour l'arachide, 90 jours pour le mil, 70 jours pour le maïs, 55 jours pour le niébé). La maîtrise de l'eau qui est au centre de toutes les stratégies d'adaptation aux changements climatiques en agriculture a toujours été présente dans les politiques agricoles comme en atteste la mise en place du premier périmètre irrigué qui remonte à 1949. Au niveau de l'élevage les trois axes prioritaires suivis depuis les années soixante la réduction de l'incidence des maladies du bétail, le développement des points d'eau, les techniques de collecte et de conservation de fourrages. Plus récemment les unités pastorales et l'insémination artificielle ont été développées.

Tant que l'aspect mobilisation des ressources en eau et la diffusion de variétés à cycle court sont considérées, on peut affirmer que la dimension changement climatique est bien présente dans les politiques, stratégies et programmes nationaux, même si la manière dont elle est formulée ne fait pas explicitement référence au changement climatique. Par ailleurs d'autres programmes en cours tels que les OMD avec les objectifs 1, 3 et 7 : Éradiquer l'extrême pauvreté et la faim, promouvoir l'égalité des genres et renforcer le pouvoir des femmes, assurer une durabilité environnementale ; permettent de prendre en charge, en partie, la dimension changement climatique dans le cadre d'une agriculture durable.

On note dans le Document de Stratégie pour la Croissance et Réduction de la Pauvreté un axe : Protection sociale, prévention et gestion des risques et catastrophes

Au niveau de l'Objectif 4. Intensifier et moderniser la production agricole, les objectifs prioritaires suivants sont mentionnés :

- promotion et accroissement des cultures irriguées et maîtrise de l'eau ;
- renforcement et décentralisation du système de financement du secteur de l'agriculture ;
- appui à la recherche agricole et à l'utilisation de nouvelles technologies ;
- amélioration des systèmes d'approvisionnement en intrants ;
- promotion et extension de l'accès aux équipements agricoles et facteurs de production ;
- mise en place de variétés adaptées aux conditions agro écologiques et à haut rendement ;
- formation et conseils agricoles ;
- respect et application stricte du protocole d'accord entre l'État, la SONACOS, les syndicats et les organisations paysannes ;
- reconstitution et Gestion du stock de semences de variétés sélectionnées ;
- développement et renforcement de la culture du sésame, de l'asperge, etc. ;
- renforcement des capacités des agents de l'État et des opérateurs ;

- révision des textes régissant la fiscalité rurale ;
- promotion de l'agriculture biologique ;
- Mise en place d'un cadre de dialogue pour la prévention et la gestion des conflits entre éleveurs et agriculteurs.

Pour l'élevage au niveau de l'objectif 9 : Sécuriser l'élevage pastoral et agropastoral, les activités prioritaires suivantes sont retenues :

- renforcement des services de vétérinaire (contrôle, suivi...) ;
- renforcement des infrastructures pastorales ;
- renforcement des capacités techniques managériales et commerciales des éleveurs ;
- préservation et gestion des espaces dévolus aux activités pastorales ;
- appui au rapprochement des services vétérinaires privés dans les zones d'élevage ;
- amélioration de l'accès aux systèmes de financement.

Et au niveau de l'objectif 10 : Accroître la productivité du sous secteur en vue de garantir la sécurité alimentaire et améliorer les revenus, on a les activités prioritaires suivantes :

- renforcement de la protection zoo-sanitaire et de la prophylaxie médicale ;
- développement de l'élevage des espèces à cycles court ;
- renforcement du système d'information et de gestion du sous secteur ;
- création de Centres d'Impulsion pour la Modernisation de l'Élevage (CIMELs), de Fermes Écoles Communautaires (FEC) et de Fermes Privées Modernes (FPM) ;
- développement de l'Insémination Artificielle ;
- modernisation des infrastructures et équipements de production ;
- modernisation, intensification des systèmes de production ;
- formation, renforcement des capacités des organisations d'éleveurs ;
- mise en place de lignes de crédit adaptées aux filières animales.

Cette énumération est complétée par la mise en place d'un système d'assurance des risques agricoles et de **systèmes d'alerte précoce** dans les différents secteurs et domaines.

Il convient de signaler les recherches en cours actuellement dans le cadre du projet intitulé Quantifying Weather and Climate Impacts on Health (QWECI) qui regroupe l'UCAD, le CSE, le PNLP et la DSV et dont l'objectif est de mieux comprendre les déterminants climatiques des maladies à transmission vectorielles comme le paludisme , la fièvre de la vallée du Rift et les maladies transmises par les tiques.

Comme pour les autres documents les changements climatiques ne sont pas explicitement cités mais beaucoup d'activités prioritaires retenues dans le cadre du DSRP II participent aux stratégies de lutte élaborées pour y faire face.

Pour rappel le taux de superficies irriguées sur superficies totales cultivées devrait être de 10% en 2010 et de 20% en 2015. Il est à peine supérieur à 4 %.

Une Loi d'Orientation Agro-Sylvo-Pastorale (LOASP) définissant la politique de développement agricole et rural sur les vingt prochaines années a été votée en 2004. Elle s'inscrit dans le cadre du Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté (DSRP), de l'intégration régionale, du NEPAD et des engagements internationaux. Elle est accompagnée d'un Programme National de Développement Agricole (PNDA) et d'un Programme National de Développement de l'Elevage (PNDE). Cette LOASP contient dans ses objectifs spécifiques la réduction de l'impact des risques climatiques, économiques, environnementaux et sanitaires pour améliorer la sécurité alimentaire et réaliser à terme la souveraineté alimentaire. Ainsi que la protection de l'environnement et la gestion durable des ressources naturelles.

La LOASP en son article 44 dispose que : Le pastoralisme est reconnu comme constituant un mode de mise en valeur de l'espace rural et des ressources naturelles. Les activités pastorales doivent être exercées dans le respect de l'environnement et des autres activités agricoles, sylvicoles et rurales. Ceci constitue une avancée significative dans les droits des pasteurs.

La loi indique aussi que La protection contre les calamités naturelles et les risques liés aux activités agro-sylvo-pastorales est assurée par l'État, ainsi que la mise œuvre d'une politique de soutien aux assurances agricoles, afin de sécuriser les productions, les revenus et les équipements.

Les risques et les aléas climatiques sont pris en compte dans la LOASP.

Une stratégie de sécurité alimentaire, une charte du domaine irrigué ainsi qu'un programme de gestion intégrée des ressources en eau ont également été élaborés. Un Plan national de développement de l'irrigation (PNDI) est en cours d'élaboration dans le cadre du Projet de développement des marchés agricoles et agroalimentaires du Sénégal (PDMAS).

Le Programme National d'Autosuffisance en Riz (PNAR). Il a pour objectif la production en 2012 de 1 000 000 de tonnes de riz blanc répondant au goût des consommateurs. Les axes retenus dans ce cadre pour la riziculture irriguée sont :

- l'aménagement et la réhabilitation des périmètres irrigués ;
- l'équipement en matériel agricole de production et post récolte ;
- ainsi que l'accès au financement et la mise en place d'un système de commercialisation performant.

En ce qui concerne la principale société chargée de promouvoir le développement de l'irrigation dans le bassin du fleuve Sénégal, la SAED, ses objectifs sont fixés dans des lettres de mission. Elle est en train d'exécuter sa neuvième lettre de mission avec d'importants programmes axés sur la gestion rationnelle de l'eau comme :

- le Programme de Promotion du Partenariat Rizicole dans le Delta (3PRD) ;
- le Projet de Développement Intégré de N'Diawar ;
- le Projet Lampsar Rive Droite ;
- le Projet Millenium Challenge Account (MCA) ;
- le Programme d'Aménagement du Casier de Podor (Japon) ;
- les études de Faisabilité de Grande Digue Tellel (Corée) ;
- le Schéma Directeur d'Aménagement des pourtours du Lac de Guiers.

10.2. Autres projets intervenant dans la vallée

Le Projet Autonome de Développement Agricole dans le Département de Matam (PRODAM): financé par le FIDA et la BOAD pour 18,5 millions de \$EU. Il vise la consolidation de 2000 ha de périmètres irrigués villageois, l'aménagement de 450 hectares pour le goutte à goutte, l'appui à la production agricole, le développement de l'élevage pastoral et le désenclavement.

Le Projet d'Appui aux Communautés Rurales (PACR): Le PACR est un programme-pilote, qui a pour but de tester des stratégies d'appui-conseil permettant aux communautés rurales de gérer le foncier relevant de leur compétence et le développement socio-économique local.

Le Programme de Développement des Marchés Agricoles au Sénégal (PDMAS) est un programme financé par la Banque Mondiale (35 millions de \$EU) et qui est entré en vigueur en

juin 2006 avec pour objectif d'améliorer les marchés intérieurs des produits agricoles et du bétail et de développer les exportations à haute valeur ajoutée (horticulture, huiles essentielles, aliments, arômes et aliments conditionnés. Il a un volet relatif à l'élaboration d'un Plan National de Développement de l'Irrigation (PNDI).

Le Plan de Retour vers l'Agriculture (REVA) qui est un programme du gouvernement exécuté dans l'ensemble du pays, et qui prône la promotion de l'initiative privée dans le secteur agro sylvo pastoral et la création de pôles d'émergence agricole. Les actions notables en cours dans la vallée du fleuve Sénégal comprennent, sur le financement de l'Espagne: (i) les pôles de Mbilor (100 ha, agropastoral) et de Diama (50 ha, aquacole); et (ii) la ferme d'excellence de Keur Momar Sarr, près du lac de Guiers, (100 hectares de fruits et légumes).

La société GDS / Marexport, qui constitue aujourd'hui le plus important investissement dans le domaine de l'horticulture d'exportation.

La grande offensive pour la nourriture et l'abondance (GOANA) est un programme du gouvernement de 748 millions de \$EU, lancé en avril 2008 avec des objectifs de production à court terme très ambitieux.

Le Millenium Challenge Account (MCA) est en train de financer des études d'exécution de l'aménagement de 5 périmètres irrigués dans le département de Podor et du delta.

On peut citer le programme des bassins de rétention et lacs artificiels initié par le chef de l'État en 2000 avec comme mission :

- la mise en œuvre de la politique nationale en matière de promotion de la maîtrise de l'eau aux fins d'irrigation ;
- la réalisation des infrastructures et des équipements ruraux, notamment :
 - o des bassins de rétention et lacs artificiels ;
 - o des aménagements hydro-agricoles ;
 - o des pistes rurales ;
 - o des magasins de stockage et de conservation ;
- l'élaboration et le suivi de l'application des normes et règles techniques concernant la réalisation, l'entretien et l'exploitation des aménagements hydro-agricoles, des infrastructures et des équipements ruraux ;
- la conception, l'exécution, le suivi et le contrôle des programmes, des projets d'aménagements hydro-agricoles, d'infrastructures et d'équipements ruraux dont la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre sont déléguées aux organismes parapublics ayant pour mission la promotion des cultures irriguées ;
- le suivi des activités des sociétés parapubliques placées sous la tutelle technique et ayant pour mission la promotion de la culture irriguée.

Au niveau du Ministère en charge de l'Environnement, point focal de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) des documents sont régulièrement élaborés sur la vulnérabilité des différents secteurs de l'économie aux changements climatiques avec un plan d'action national pour l'adaptation et une stratégie nationale d'adaptation dans laquelle la maîtrise de l'eau occupe une place centrale.

Tous ces programmes concourent à la sécurisation des productions agricoles par la maîtrise de l'eau et participent d'une manière ou d'une autre à la réduction de la vulnérabilité de l'agriculture sénégalaise aux changements climatiques. Il faut cependant déplorer l'absence de cadre formel de concertation permettant de mettre en synergie toutes ces initiatives et de les rendre plus

cohérentes au plan national. Le Ministère de l'Environnement et de la protection de la nature, point focal de la CCNUCC, a un rôle moteur à jouer dans ce sens. Une note d'orientation montrant la transversalité des changements climatiques pour tous les secteurs de l'économie et la nécessité d'intégrer cette préoccupation en amont du processus de planification des projets et programmes pourrait être élaborée à l'attention du premier ministre.

La confection d'une brochure illustrée sur les changements climatiques au Sénégal, par le projet INTAC, expliquant succinctement le phénomène, la vulnérabilité, les impacts sur les différents secteurs, les actions en cours en matière d'adaptation et d'atténuation ainsi que le plan de communication pour sensibiliser tous les acteurs nous semble indispensables.

11. CONCLUSION

L'agriculture irriguée en elle-même est une forme d'adaptation aux changements climatiques pour un pays comme le Sénégal dont près de 95 % de sa superficie cultivée est sous la dépendance de la pluie. Malgré cela elle présente une certaine vulnérabilité aux changements climatiques. Vulnérabilité à la fois biophysique et socio-économique. Les effets des changements climatiques sur l'agriculture irriguée se traduisent par une plus grande occurrence d'événements extrêmes comme les inondations prolongées des périmètres irrigués, le raccourcissement de la période favorable aux cultures maraichères comme l'oignon et la tomate, des baisses de rendement dues à la chaleur excessive au moment de la floraison des cultures céréalières comme le riz. Pour le bétail les impacts se situent au niveau de la disponibilité de ressources fourragères de bonne qualité, de la sensibilité aux épizooties et de la raréfaction des points d'eau. A cela s'ajoute une faiblesse de la maîtrise technique de l'irrigation, un envahissement des axes hydrauliques par des plantes aquatiques et un environnement économique défavorable aux productions locales.

Des éléments de stratégie pour rendre l'agriculture irriguée et l'élevage dans la vallée du fleuve Sénégal moins vulnérables aux impacts des changements climatiques existent et peuvent être utilisés.

La relance de la riziculture passe par la reconquête du marché local du riz. L'augmentation de la production nationale de 500 000 à 750 000 tonnes entraînerait un revenu rural annuel additionnel de 42 milliards FCFA et un gain en devises de 38 milliards FCFA. On voit ici tout l'intérêt d'une politique de reconquête du marché national qui, outre l'amélioration de la sécurité et de l'indépendance alimentaire, permet d'économiser des devises et surtout de créer des revenus ruraux, élément central dans la lutte contre la pauvreté (inter réseaux, 2009). Le riz local a besoin d'un minimum de protection pour rester compétitif face au riz importé. Des efforts sont aussi attendus des transformateurs pour présenter le produit de manière plus homogène en fonction du calibre des grains.

12. RECOMMANDATIONS

12.1. Agriculture

- Poursuite des efforts en matière de gestion intégrée de l'eau, avec un objectif d'amélioration de la productivité de l'eau, c'est-à-dire produire plus avec moins d'eau ;
- La réduction des pertes post-récoltes par la diffusion de technologies telles que le triple ensachage ou une protection plus efficace contre nuisibles ;
- Prise en compte des besoins humains et environnementaux ;
- Amélioration l'accès à l'eau potable et à l'assainissement pour les populations ;
- Réduction des pollutions affectant l'eau par le respect des normes de déversement développement de systèmes alternatifs d'irrigation. (goutte-à-goutte, aspersion) ;
- Mise en place d'un système de crédit plus adapté aux réalités de l'irrigation ;
- Renforcement des Systèmes d'alerte précoce. La réduction des risques de désastre inclut tous les efforts qui contribuent à la réduction des risques en analysant les facteurs causaux des désastres, en réduisant l'exposition aux risques et en diminuant la vulnérabilité des personnes et des conditions de vie. Il faudrait aussi intégrer les indicateurs appropriés dans les Systèmes d'Alerte Précoce (SAP) dédiés à l'élevage et au pastoralisme (accessibilité aux céréales, état des points d'eau et des pâturages, accessibilité aux ressources naturelles stratégiques, etc.) ;
- Lutte contre les plantes aquatiques envahissantes ;
- Développement l'agroforesterie ;
- Installation des haies brise-vent pour entretenir des micro-climats favorables aux cultures ;
- Généralisation de l'Assurance agricole.

Il est à noter selon (SDAGE, 2011) que l'OMVS devait lancer en 2010 une étude visant à la « Conception d'un Réseau de Suivi de la qualité des ressources en eau du bassin du fleuve Sénégal » dans le cadre du PGRI. Cette étude en cours apportera un certain nombre d'éléments de réponse (identification des sources de pollution, définition d'un réseau, etc.)

12.2. Élevage

En ce qui concerne l'élevage les stratégies d'adaptation peuvent s'articuler autour des axes suivants :

- appui à la mise en place d'unités pastorales là où les conditions sont favorables ;
- aménagement de mares dans le Ferlo pour sécuriser l'abreuvement du bétail dans les conditions naturelles ;
- développer les chaînes de valeur dans les filières ;
- développement des cultures fourragères dans les périmètres irrigués ;
- encouragement de l'élevage des petits ruminants ;
- aménagement d'unités pastorales dans le Ferlo ;
- lutte contre les feux de brousse dans le Ferlo ;
- construction des parcs de vaccination ;
- organisation de campagnes d'IEC qui porteront sur la sensibilisation pour :
 - o une meilleure répartition de la charge dans les aires de parage ;
 - o la valorisation des fèces des animaux par l'agriculture ;
- compte tenu du fait que l'extension des périmètres irrigués entrave les déplacements des troupeaux vers le fleuve et ses affluents et défluent, il convient d'aménager et de baliser des couloirs d'accès à l'eau, aux zones pastorales ainsi que les pistes à bétail. Ceci contribuera à réduire fortement les conflits entre agriculteurs et éleveurs ;

- initiatives en faveur de la multiplication d'unités décentralisées de fabrication d'aliments de bétail.

12.3. Recommandations pour une meilleure prise en compte des préoccupations au niveau local

- au niveau local la préoccupation la plus importante concernant la culture irriguée est relative à la protection contre les inondations. Pour cela il faudra réhabiliter les digues de protection existantes et les recalculer sur les hauteurs d'eau maximales et doter les petits périmètres qui en sont dépourvus d'endiguement de protection ;
- tous les périmètres doivent disposer d'un réseau de drainage fonctionnel permettant d'évacuer les excès d'eau.

Selon le SDAGE (2011), une étude a été confiée récemment au bureau d'études DHI pour concevoir un modèle hydrologique permettant de déterminer les débits des cours d'eau à partir des quantités de pluies enregistrées sur le bassin et de faire la prévision des apports sur le haut bassin. Ce modèle devra permettre de mettre en œuvre un système d'alerte précoce dans le haut bassin du fleuve Sénégal.

Les résultats de la première phase de l'étude sur ce modèle montrent que, compte tenu de la densité très faible des stations, la prévision des débits ne peut se faire qu'à un horizon de 1 à 2 jours de manière satisfaisante. Le futur système de prévision devra intégrer un réseau pluviométrique plus dense pour affiner la prévision à une plus longue échéance ainsi qu'un modèle hydrodynamique équipé d'un module de recalage en temps réel pour la prévision des hauteurs d'eau dans les secteurs sujets aux inondations.

- accroissement des crédits pour la culture de l'oignon figure parmi les priorités des producteurs d'oignon qui estiment que ces crédits ne couvrent que 5% des besoins ;
- disponibilité de semences d'oignon de qualité (nécessaire à l'obtention de bons rendements) ;
- développement d'infrastructures de stockage pour l'oignon ;
- renforcement de l'équipement agricole des producteurs (instruments de labour notamment) pour faire face au raccourcissement de la période favorable aux cultures ;
- appui à la recherche agricole pour l'identification de variétés plus adaptées aux modifications des conditions climatiques de culture (forte chaleur, vents chauds et secs, plus grande occurrence des nuisibles) aussi bien pour le riz que pour le maraîchage (tomate, oignon, gombo, patate douce) ;
- promotion de la lutte intégrée contre les nuisibles ;
- aménagement de couloirs d'accès au fleuve pour le bétail est une préoccupation forte des éleveurs, ainsi que l'aménagement de points d'eau dans le Diéri ;
- disponibilité et subvention de l'aliment concentré pour le bétail est aussi une demande largement partagée par les éleveurs ;
- lutte contre les plantes aquatiques envahissantes par leur valorisation sous forme de charbon ;

La revue « Vie » de mai-juin 2009 estime que le typha du fleuve Sénégal représentait, pour le seul Etat du Sénégal, un potentiel de 900 000 tonnes de biomasse fraîche susceptible de fournir 65 000 tonnes de biocharbon (soit l'équivalent de près de 20 % de la consommation annuelle de charbon de bois enregistrée au Sénégal). L'appui au développement large de ces filières au niveau local (production artisanale de biocharbon) permettrait une réduction significative de la pression sur les ressources ligneuses.

- favoriser la dissémination de l'information agroclimatique via la radio (émission dissoo) et les NTIC, notamment le téléphone mobile par exemple ;

- les prélèvements sur le lac de Guiers doivent faire l'objet de la plus grande attention, en attendant que d'autres modalités de gestion, de l'alimentation du lac par la Taouey à partir de Diama, ou que de nouvelles réserves, améliorant les débits de basse saison, soient mises en place dans le haut bassin. L'usine de Keur Momar Sarr qui produit actuellement près de 60 000 m³/jour, passera à 120 000 m³/jour, pour le renforcement de l'alimentation en eau de la ville de Touba (SCN Sénégal 2010);
- la qualité des eaux de drainage rejetées dans le fleuve et les dépressions constitue une menace pour la santé des populations et du bétail et pour l'environnement. Il est impératif de faire respecter les normes du code de l'environnement sur exigences en matière de rejets d'eau.

12.4. Recommandations pour une meilleure prise en compte de l'adaptation dans les stratégies sectorielles (Politiques de secteurs et sous secteurs)

- mise en place un cadre de concertation formel sur la prise en compte des changements climatiques au niveau national et régional (en rapport avec le Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature. Voir la possibilité de réactivation du Conseil Supérieur des Ressources Naturelles et de l'Environnement (CONSERE) ;
- sensibilisation sur l'importance de la gestion des risques de catastrophes l'adaptation aux changements climatiques (plaquette à éditer sur les changements climatiques) ;
- poursuite du Suivi de l'Environnement dans le cadre du SOE (voir avec l'OMVS les possibilités de collaboration dans le cadre de l'observatoire de l'Environnement) ;
- renforcement du cadre stratégique participatif pour une gestion durable de l'environnement et des ressources en eau à l'échelle régionale du bassin du fleuve Sénégal. Ce renforcement passe par la promotion de la participation des populations du bassin, de la société civile et de la communauté scientifique à la gestion des ressources (voir avec l'OMVS les possibilités de collaboration dans le cadre de l'observatoire de l'Environnement).



Bottes de paille de riz



Riz



Sorgho amélioré



Tomate Irriguée



Maïs de décrue



Boeufs dans périmètre irrigué

13. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(les références en bleu sont incomplètes ou incompréhensibles donc inutilisables)

Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie, 2009 : Enquête villages de 2009 sur l'accès aux services sociaux de base. Dakar, Décembre 2009. 43 p.

BRLi /Senagrosol-Consult. 2009. Réactualisation des études de faisabilité et d'avant-projet du schéma hydraulique du département de Podor. République du Sénégal MFG/MCA Juillet 2009 (pages) 239 p.

Carl Bro International a/s, 2000. Étude bathymétrique et Limnologique du lac de Guiers. Volet chimie des eaux. Service de Gestion et de Planification des Ressources en Eau (SGPRE). Ministère de l'hydraulique. République du Sénégal. 110 p.

CSS 2010: PDD. Energy efficiency improvement Project of CSS sugar mill. Version 6 June 3rd 2010. UNFCCC. <https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/BVQI1263550502.26/view>

CVIIP, 2007. <http://www.polymtl.ca/crp/doc/BulletinVol.8No.5.pdf>. Bulletin d'information du centre risque et performance de l'École Polytechnique de Montreal. Septembre– Octobre 2010 Vol. 8 No. 5, 1P.

DIOP O.; FOFANA M. B. ; FALL A. A. 2008. Caractérisation et typologie des exploitations agricoles familiales du Sénégal, Tome 1 Vallée du fleuve Sénégal. ISRA Etudes et Documents Vol 8 N° 1, Dakar, 37 p

DEEC.2010 Deuxième Communication Nationale du Sénégal à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, 2010. DEEC, MEPNBRLA, Sénégal, 177 p.

DSRP II, 2006 : Document de Stratégie pour la croissance et la Réduction de la Pauvreté 2006-2010. Gouvernement du Sénégal, Octobre 2006. 103 p.

FAO. 2009. Plan D'action Régional pour l'amélioration des cultures irriguées dans Le Bassin du Fleuve Sénégal, actualisation. TCP/RAF/3210. 64 p.

Gaye, A. T., Sylla, M. B. 2008. Scenarios climatiques au Sénégal. Laboratoire de Physique de L'Atmosphère et de l'Océan S. F. (LPAO-SF), École Supérieure Polytechnique Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal

Gonzalez, P., 1997. Dynamics of biodiversity and human carrying capacity in the Senegal Sahel. Ph.D. Dissertation, University of California, Berkeley. 427 p.

Gonzalez, P., 2001. Desertification and a shift of forest species in the West African Sahel. Climate Research 17, 217–228.

Inter réseaux développement Rural, 2009. Quels outils de régulation pour relancer la riziculture au Sénégal ? <http://www.inter-reseaux.org/revue-grain-de-sel/48-mecanisation-et-motorisation/article/quels-outils-de-regulation-pour>

IPCC 2000 Special Report on Emission Scenarios. A Special Report of IPCC Working Group III. WMO-UNEP. 2000, Intergovernmental Panel on Climate Change ISBN: 92-9169-113-5. 27 p.

IPCC 2008 Changements Climatiques 2008. Rapport de synthèse. IPCC, OMM, PNUE. ISBN 92-9169-222-0. 114 p.

Rapport final / Juin 2011

IPAR, 2007. Le Sénégal à l'horizon 2030 d'une société paysanne à une société urbaine? Document d'orientation de l'IPAR 2007-2009. 27 p. www.prospectiveagricole.org

ORSTOM 1974. Monographies Hydrologiques : le Bassin du Fleuve Sénégal, Rochette. ORSTOM Paris, 1974. 450 p.

IRRI, 2004. Global warming threatens food shortages in developing countries IRRI, DAPO Box 7777, Metro Manila <http://ricelib.irri.cgiar.org>

Kato E.; Nkonya E.; Place F.; Mwanjalolo M. 2010. An Econometric Investigation of Impacts of Sustainable Land Management Practices on Soil Carbon and Yield Risk . A Potential for Climate Change Mitigation. Environment and Production Technology Division. IFPRI Discussion Paper 01038 December 2010

Khouma M. 1982. Aperçu sur la culture irriguée dans la région du Fleuve Sénégal. ISRA, Centre de Recherche Agricoles du Fleuve. 23 P. Rapport technique de synthèse.

Khouma M.; Thomas T. S. 2010. Détermination de la Vulnérabilité de l'Agriculture au Changement Climatique au Sénégal. Partie de "Stratégies pour l'adaptation au changement climatique dans l'Afrique rurale Sub-Saharienne". CCAFS/CORAF. 52 p

Legoupil J. C., Lidon B., Wade M., Poussin J. C., Tangara B., Maiga I. M. 1999. Le PSI : une recherche en accompagnement à la professionnalisation de la gestion paysanne des aménagements hydro-agricoles. CD-Rom PSI-CIRAD-CTA-Coopération Française. Actes du séminaire de Dakar du 30 novembre au 3 décembre 1999. CD ROM

Loi d'orientation agro-sylvo-pastorale 2004 : Gouvernement du Sénégal. 26 p.

Ndiaye M. K. 1999. Synthèse des travaux de la composante " Lutte contre la dégradation des sols irrigués. CD-Rom PSI-CIRAD-CTA-Coopération Française. Actes du séminaire de Dakar du 30 novembre au 3 décembre 1999.

OIM 2009 : Disaster risk reduction, climate change adaptation and environmental migration; A policy perspective. OIM 20 p.

OMVS 2006 : Rapport annuel sur l'État de l'Environnement et des Ressources Naturelles du Bassin du Fleuve Sénégal. Haut Commissariat OMVS, Observatoire de l'Environnement, Dakar. 50 p.

Ministère de l'Agriculture 2009. Programme National d'Autosuffisance en Riz. Ministère de l'Agriculture Sénégal. 33 p.

Nations Unies, 1992. Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. FCCC/INFORMAL/84. New York. 25 p.

Rasmussen K. 2001. Effects of Climate Change on Agriculture and Environment in the Semi-Arid Tropics -With Senegal as an Example Institute of Geography. University of Copenhagen. <http://glwww.dmi.dk/f+u/publikation/dkc-publ/klimabog/CCR-chap-21.pdf>

Revue Pepam 2010. Plan Directeur Tamba –Matam (JICA). Rapport
A remplacer par cette référence plus complète : Pepam 2011 : Note de synthèse des Revues régionales du Pepam. Ministère de l'Habitat, de la Construction et de l'Hydraulique, Ministère de l'Urbanisme et de l'Assainissement. République du Sénégal. Document de travail. Janvier 2011.

25 p.

SAED 2010. Introduction Générale à la problématique des changements climatiques: aperçu sur les enjeux et défis pour le Sénégal, Projet CC-DARE, CIFA Mars 2010.

Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SDAGE) 2009 : Rapport phase 1. A-CINGER-CSE-CG- SCP. Haut Commissariat OMVS, Dakar. 457 P.

Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SDAGE) 2011 : Phase 3. Rapport final. Février 2011. CSE-CG- SCP. Haut Commissariat OMVS, Dakar. 138 P.

Seconde Communication Nationale du Sénégal 2010. Direction de l'Environnement et des Établissements Classés. MEPN, Sénégal.

Sène I.M, Diop M., Dieng A., 2006 Impacts of climate change on the revenues and adaptation of farmers in Senegal. CEEPA Discussion Paper No. 20 Special Series on Climate Change and Agriculture in Africa ISBN 1-920160-01-9. Discussion Paper ISBN 1-920160-20-5, July 2006. 60 P.

USAID, 2009. Global Food Security Response: Senegal Rice Study Microreport #160, october 2009; 45 P.

14. LISTE DES PERSONNES RENCONTREES

Nom prénom	Qualité
Adama Ndianor	Directeur Régional de l'hydraulique Saint-Louis
Tacko Diawara	Directrice Régionale du Développement Rural, Saint-Louis
Ousmane Dia	Conseiller DG/SAED Saint-Louis
Mamadou Ndiaye	ISRA Saint-Louis
Alassane Ba	SAED, Nianga
Doudou Sèye	Conseiller agricole et rural SAED Nianga
Moussa Tall	Président GIE Commercialisation du riz, Taredji
Ibrahima Sylla	GIE Tredji
Assane Sall	Adjoint PCR Gamadji Saré
Samba Ka	Président de l'Union des Producteurs Horticoles de Bakel UPHORBAK
Oumar Ka	Conseiller rural à SIER
Silèye Tiène	Président association des producteurs de Gombo (Podor)
Fatoumata Moustapha Sall	Présidente GPF Donaye
Ibrahima Racine Sall	Président Union des producteurs d'Oignon de la Vallée